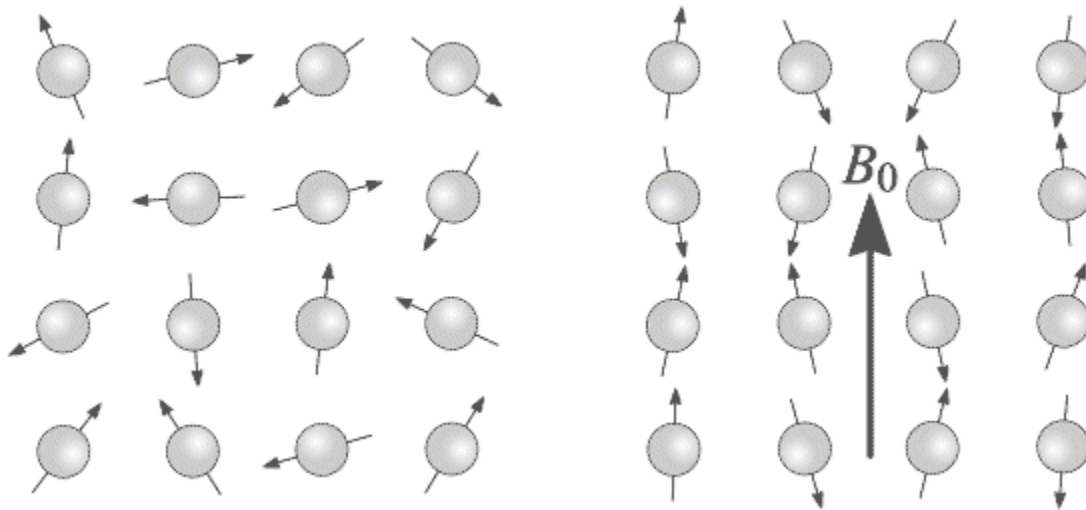


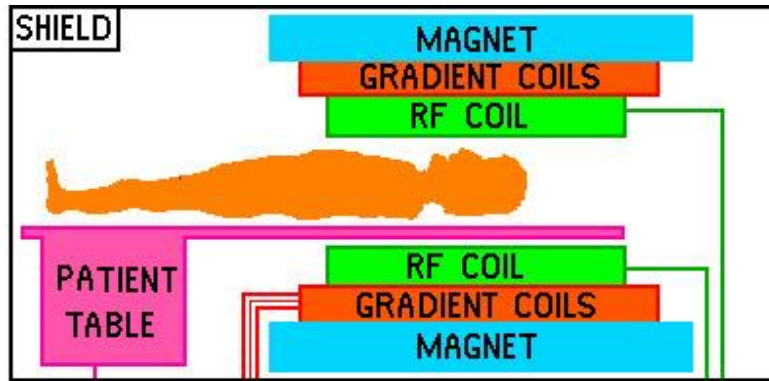
Magneettikuvaus perustuu ydinmagneettiseen resonanssiin, joka on ilmiönä ensimmäisen kerran pystytty havaitsemaan unkarilaisen fyysikon toimesta 1930-luvulla. Resonanssin tarkempi mittaussuunnitelma kehitettiin noin kymmenen vuotta myöhemmin ja 70-luvulla onnistuttiin ottamaan ensimmäiset MRI-kuvat ihmiskehosta. Koko vartalon magneettikuvauslaitte tuli saataville 1980-luvun alussa ja laitteiden yleistymisen maailmalla alkoi.

Kehossa olevissa vetyatomeissa protonit pyörivät oman akselinsa ympäri ja aiheuttavat heikon magneettikentän. Kun kehoon kohdistetaan suuri magneettikenttä, kehoon olevat vetyatomit asettuvat magneettikentän suuntaisesti, tai sitä vastaan riippuen onko atomin rakenteesta riippuva ytimen spin energiatila korkea vai matala.



Kuva 1. Vetyatomien asettuminen voimakkaassa ulkoisessa magneettikentässä

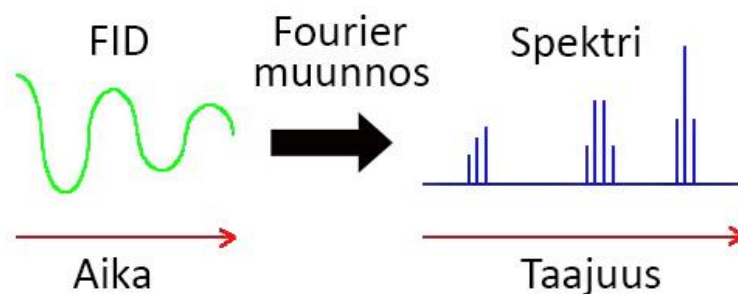
Kuvattavan kohteen ympärille muodostettava magneettikenttä on jopa 4 teslan suuruinen. Pienemmät alle 0,3T magneettikentät voidaan luoda kestoprojektilla, mutta suuremmat magneettikentät muodostetaan sähkömagneeteilla, joiden käämit on jäädytetty suprajohtaviksi nestemäisellä vedyllä tai heliumilla. Lisäksi laitteessa on niin sanotut gradienttimagneetit, joilla luodaan magneettikenttään haluttuja poikkeamia.



Kuva 2. MRI-laitteen ohjattavat magneetit

Varsinainen kuvattava informaatio saadaan aikaiseksi tuottamalla staattista magneettikenttää kohtisuoraan oleva pienempienerginen, radiotaajuuksinen pulssitettu magneettikenttä. RF-kenttä saa vetyatomit värähtelemään, joka luo ydinmagneettisen resonanssin, eli ydin prekessioi. Tämä resonanssitaajuus on riippuvainen ulkoisen magneettikentän suuruudesta, sekä atomiytimien gyromagneettisesta suhteesta, joka riippuu vety-ytimen kemiallisesta ympäristöstä. 1 Teslan magneettikentässä tavallisen vedyn ydinmagneettinen resonanssitaajuus on 42,58 MHz

Resonoivat vetyatomit muodostavat heikon RF-taajuuksisen pulssin, joka vastaanotetaan induktiivisesti. Emittoitua signaali muodostuu aina ulkoisen RF-signaalin katkeamisvaiheessa, jolloin atomiydin palaa staattisen magneettikentän suuntaiseksi, eli relaksoituu. Tätä signaalia kutsutaan FID, eli Free Induction Decay signaaliksi. Kudokset ovat erilaisia ja niiden ytimien relaksaatioajat ovat toisistaan poikkeavia. Ytimet muodostavat vaihtovirtaista signaalia eri taajuuksilla, joista syntyy vastaanotettava spektri. FID-signaalista voidaan erottaa eri taajuudet fourier-muunnoksen avulla.



Kuva 3. FID signaalista muodostetaan fourier-muunnoksen avulla vastaanotettu spektri.

Gradienttikelojen muutoksien avulla saadaan signaaleista paikkatieto ja kuva muodostetaan vastaanotetusta spektristä. Kuvasta muodostuu kaksiulotteinen leikekuva. Kuvaamalla lukuisia kaksiulotteisia kuvia, voidaan kuvista muodostaa tietokoneella kolmiulotteinen malli.

Magneettikuvaus soveltuu erityisesti vesipitoisten pehmytkudoksien kuvantamiseen. Tällaisia ovat muun muassa aivot, sisäelimet ja selkärangan välilevyt. Eräs magneettikuvauksen sovellus on magneettiantigrafia, eli verisuonikuvaus. Verisuonikuvauksessa nähdään muun muassa aivo- ja kaulasuonten ahtaumat, pullistumat ja verisuonten epämuodostumat. Toiminnallinen magneettikuvaus, eli fMRI on yksi tehokkaimpia aivojen toiminnan kuvausmenetelmiä. Kuvauksissa voidaan käyttää myös erilaisia varjoaineita, joilla voidaan lisätä kuvan erottelukykyä. Viime vuosina markkinoille on tullut myös magneettikuvauslaitteet, joilla saadaan reaaliaikaista kuvaa kohteesta.



*Kuva 4. Magneettikuvauslaite*

Magneettikuvauksen etuna potilasturvallisuuden kannalta on, ettei siinä käytetä ionisoivaa säteilyä. Tutkimuksesta ei ole havaittu olevan selkeää vaaraa potilaalle. Suurien magneettikenttien on kuitenkin huomattu lämmittävän kudoksia ja kenttä voi aiheuttaa hermojen stimuloitumista. Tutkimusta ei suositella raskauden ensimmäisellä kolmanneksella, sillä sen turvallisuudesta ei ole täysin kiistatonta näyttöä. Tutkimusta ei myöskään voida tehdä potilaille, joilla on metallinen implantti tai esimerkiksi sydämen tahdistin.

Suurimpana turvallisuusriskinä voidaan pitää suureen magneettikenttään joutuvia ei toivottuja esineitä. Tästä syystä kuvaustilat ovat jaettu neljään eri turvallisuusalueeseen. Alue 1 on MRI-yksikön ulkopuolella eikä edellytä erityisiä toimenpiteitä. Toinen turvallisuusalue on vastaanottotila, jossa käydään potilaan kanssa läpi turvallisuusohjeet. Kolmas alue on kuvauslaitteen hallintahuone ja käynti neljännelle alueelle, eli itse kuvaustilaan. Näillä alueilla saa liikkua vain erikseen koulutetut henkilöt ja tutkimukseen saapuvat potilaat.

**Lähteet:**

Jukka Kuikanvirran oppimateriaali

A Quick History of the MRI

<http://www.two-views.com/MRI/History.html>

Magneettikuvantaminen, Tuulia Salo

[http://www2.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5310000/esitykset/tuulia\\_salo\\_Luonontieteet\\_%20MRI.pdf](http://www2.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5310000/esitykset/tuulia_salo_Luonontieteet_%20MRI.pdf)

Magneettikuvaus: Toimintaperiaate, käyttö lääketieteessä ja aivotutkimuksessa, Tolonen Ilkka

<http://www2.it.lut.fi/kurssit/05->

[06/Ti5310000/esitykset/Luonontieteet\\_tietoyhteiskunnassa\\_harkka.pdf](http://www2.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5310000/esitykset/Luonontieteet_tietoyhteiskunnassa_harkka.pdf)

fMRI kuvausdatan analysointi, Robert Ashorn

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58682/Ashorn\\_Robert.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58682/Ashorn_Robert.pdf?sequence=1)