

MIKROMRI

Mikroskooppinen magneettikuvaus (μ MRI) mahdollistaa erinomaisen pehmytkudoskontrastin ja sopii erityisesti **vettä sisältäville biologisille näytteille**. Lisäksi muitakin vettä sisältäviä näytteitä voidaan kuvata helposti. Magneettikuvaus ei vahingoita näytettä.

Metalleja ei voi kuvata.

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

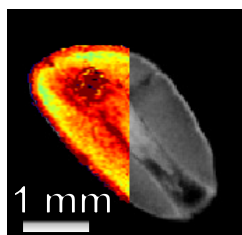


MIKROMRI | Yleistä

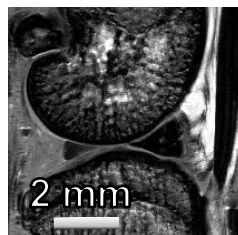
MikroMRI -laitteistona toimii **500 MHz** spektroskooppinen magneetti (Bruker BioSpin), joka on muutettu mikrokuvantavaksi magneettikuvauslaitteistoksi.

Magneetin kenttävoimakkuus on **11.7 teslaa**. Suuren kenttävoimakkuutensa ansiosta laitteisto soveltuu erinomaisesti magneettikuvauksen näkökulmasta tavallisuudesta poikkeavien kohteiden anatomiseen kuvaukseen sekä kvantitatiiviseen analyysiin. Lisäksi laitteistolla pystytään mikroskooppisesti kuvaamaan pieniä näytteitä erinomaisella signaali-kohina -suhteella, ja näin myös aikaa säästävasti, koska useita keskiarvomittauksia ei välttämättä tarvita. Tyypillisesti huonosti magneettikuvissa näkyvien näytteiden kuvaaminen on myös tapauskohtaisesti mahdollista kehittyneen elektroniikkalaitteiston ja uusimpien mittausmenetelmien sekä magneetin suuren kenttävoimakkuuden ansiosta. Mikroskooppiselle tasolle yltävällä mikroMRI -laitteistolla voidaan kuvata näytteitä **alle 30 µm -resoluutiolla** täysin näytteeseen kajoamatta ja turvallisesti.

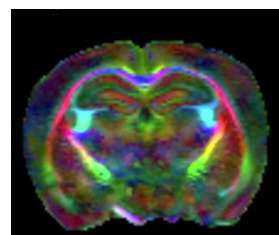
Laitteistosta tekee monipuolisen myös sen useat erilaiset RF-kelat, joiden avulla erilaisten näytteiden kuvaaminen ja tutkiminen voidaan toteuttaa parhaalla mahdollisella tavalla. RF-kelat toimivat vastaanottimina mitattavalle signaalille. Tyypillisesti magneettikuvauksessa tutkitaan **¹H**, eli protonien antamaa signaalia, joihin mikroMRI -laitteistossa käytössä olevat 5 mm ja 10 mm RF-kelat takaavat parhaan näkyvyyden ja kuvanlaadun erilaisille näytteille. MikroMRI -laitteistossa on käytettävissä myös **¹³C**, eli hiili-13 -isotoopin antamalle signaalille erityisesti suunniteltu 8 mm -pohjahalkaisijan RF-kelaratkaisu tarjoten uusia ja mielenkiintoisia menetelmiä ja mahdollisuuksia teollisuuden tuotekehitykseen, ja hiilestä saatavan signaalin tarkasteluun.



Männyn siemen



Rotan polvi



Hiiren aivot

MIKROMRI | Näyte

Millainen näyte on?

Magneettikuvaus sopii erinomaisesti **biologisille näytteille**, tällaisten näytteiden suuren vesipitoisuuden vuoksi. Ei-biologisia näytteitä voidaan myös magneettikuvata, materiaalista ja sen ominaisuuksista kuitenkin riippuen. Materiaaleille ja näytteille, jotka eivät ominaisuuksiensa vuoksi anna signaalia magneettikuvissa, magneettikuvaus voidaan toteuttaa esimerkiksi veteen upottamalla tarjoten näin myös tietoa veden siirtymisestä näytteeseen. μ MRI soveltuu pienille *ex vivo* ja *in vitro* näytteille; laitteen geometrian vuoksi isojen (>10mm) näytteiden tutkiminen ei ole mahdollista.

Ehdoton vaatimus on, että näytteet **eivät sisällä ferromagneettisia metalleja** (esim. suuria määriä rautaa). Nämä aiheuttavat muodostettaviin kuviin häiriöitä ja voivat aiheuttaa myös vaaratilanteita.

BRUKER ULTRASHIELD 500 MHZ	
Kenttävoimakkuus	11.7 T
Kuvausalue	10 mm × 15 mm (halk. × kork.)
Näytteen koko	< 10 mm (halk.). Korkeutta ei ole rajoitettu, mutta kuvattavan alueen on oltava näyteputken päässä.
Resoluutio	20 μ m
Kuvausaika	Sekunneista tunteihin. Riippuu resoluutiosta ja siitä, mitä näytteestä halutaan tietää. Biologiselle näytteelle n.35 μ m (isotrooppisella) resoluutiolla kvantitatiivinen 3D MGE-kuvassekvenssi kestää noin 1h 50min.
RF-kelat	5mm (1 H) 10 mm (1 H) 8mm (13 C)



Olennaista on lisäksi määrittää:

- ▶ Mitä näytteestä halutaan nähdä?
- ▶ Näytteen koko
- ▶ Näytteen esivalmistelut (sovitus kuvausgeometriaan)
- ▶ Näytteelle soveltuva/toivottu ympäristö (lämpötila, immersio)

Kun nämä asiat on määritetty, voidaan kuvaus toteuttaa.

KUVAUKSEN KULKU

1. NÄYTTEEN VALMISTELU

Näytteen sovitus kuva-alalle, muu esikäsittely

2. MAGNEETTIKUVAUS

Sekvenssien testaus ja valinta

3. ANALYYSI

Kuvien muodostus, kvantitatiivisten karttojen muodostus, segmentointi

4. VISUALISOINTI JA ESITYS

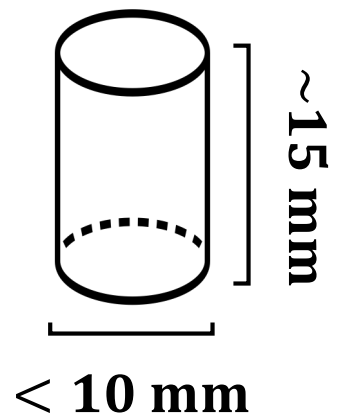
Kuvat (DICOM, jpeg, png, nii), video (leikekuvasarja, 3D)

Miten kuvaus käytännössä toteutetaan?

Kun näytteen soveltuvuus sekä tavoitteet magneettikuvaukselle on määritetty, noin 8 mm halkaisijan näyte sijoitetaan 10 mm ulkohalkaisijan näyteputkeen.

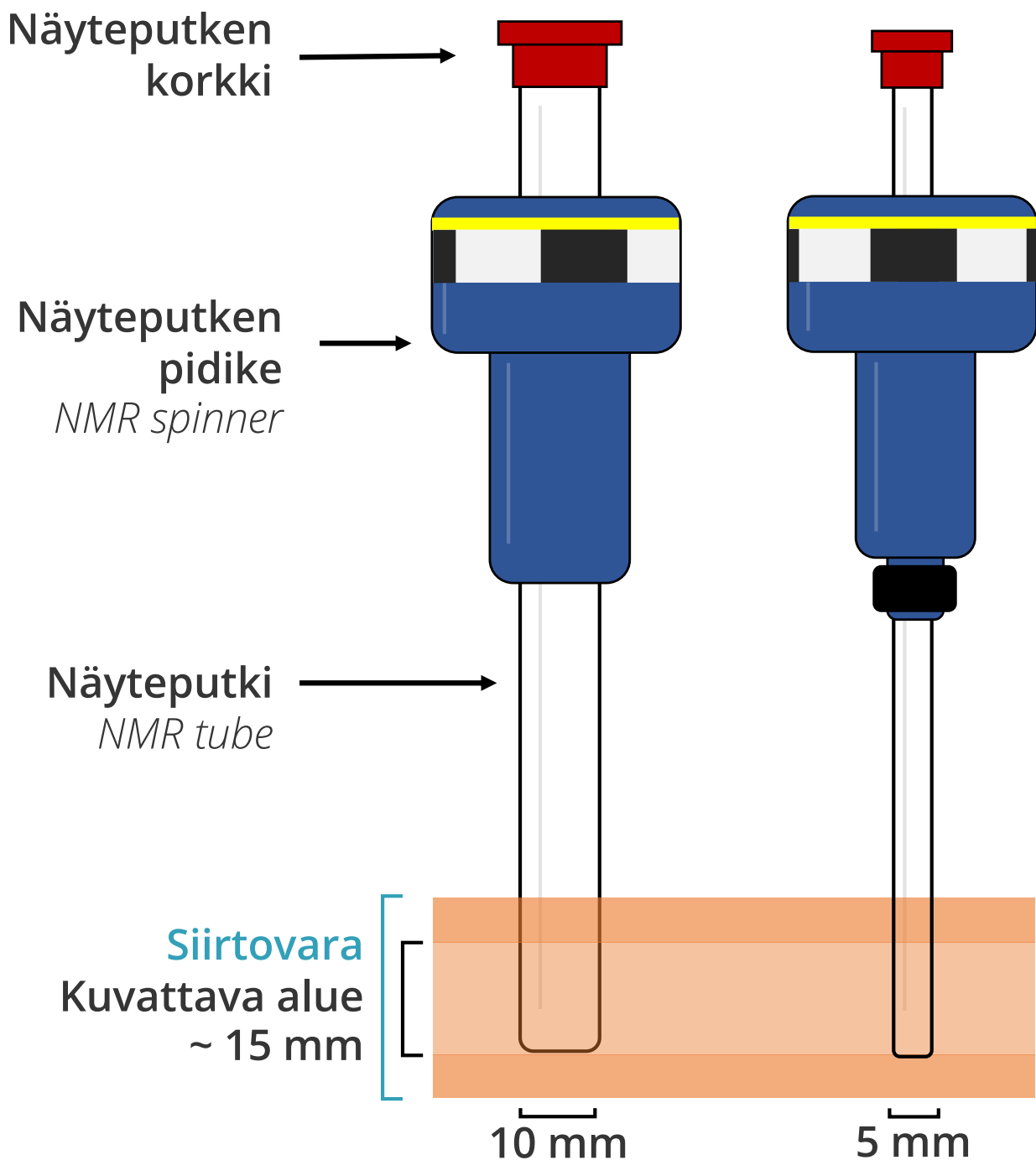
Näyte ja koeputki lasketaan magneetin keskiöön (keskelle RF-kelaa), jossa magneettikuvaus toteutetaan. Laitteen elektroniikka säädetään näytteen ominaisuuksille soveltuvaksi ja näytteen oikea sijoitus varmistetaan nopeasti toteutettavilla magneettikuvilla.

Tämän jälkeen näytteellä tehdään aiemmin suunniteltu magneettikuvausprotokolla, joka voi sisältää sekä kvantitatiivista että rakenteellista informaatiota sisältäviä magneettikuvia ja -kuvasarjoja.



MIKROMRI | Koeasetelma

Näytteen on mahdollista $\varnothing 10\text{mm}$ näyteputken pohjalle. Kuvattava alue on noin 15mm korkea, mutta kuvattavaa kohtaa voidaan siirtää pystysuorasti 5-10mm ("siirtovara"). Pienemmille näytteille voidaan käyttää myös kapeampaa näyteputkea ($\varnothing 5\text{mm}$) ja pienempää RF-kelaa, joka mahdollistaa entistä paremman resoluution ja signaali-kohina -suhteen.



Laitteen varaaminen ja lisätietoa

Lisätietoa sekä laitteen varaukseen liittyvät tiedot löydät osoitteesta

sites.uef.fi/mikromri

Lisätietoja laitteen hyödyntämisestä käyttötarkoitukseesi voi tiedustella sähköpostilla

Mikko Kettunen, mikko.kettunen@uef.fi

Mikko Nissi, mikko.nissi@uef.fi