

fMRI

Henrik Ekerfelt, Sebastian Ekström, Sara Emilsson, Viktor Døhlen
Teknisk Fysik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, Sverige
Handledare: Charlotta Nilsson



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Functional Magnetic Resonance Imaging

fMRI är ett kraftfullt verktyg för att mäta hjärnaktivitet. Genom att mäta blodflödet till olika områden i hjärnan kan man undersöka när dessa aktiveras, vilket just nu utnyttjas i forskningsprojekt världen över för att bättre förstå hur hjärnan fungerar.

MR

MR-tekniken bygger på att man i starka magnetfält kan mäta enskilda vätekärnors frekvensändringar. Detta är möjligt på grund av att protonernas spinn ställer in sig antingen med eller mot ett starkt magnetiskt fält; fler ställer in sig med fältet än mot, vilket ger ett nettospinn. Med hjälp av radiofrekvenspulser exciteras protonerna, och deras magnetfältsvektorer synkroniseras och vrids från huvudmagnetfältet.

När RF-pulserna avslutas är protonernas magnetfältsvektorer vinkelräta mot huvudmagnetfältet och roterar runt detta. Protonerna tillåts därefter återgå till sina ursprungliga tillstånd. Denna återgång kan delas upp i två olika fenomen (se bild till höger):

- T1-relaxation: protonernas magnetfältsvektorer vrids tillbaka mot huvudmagnetfältet med tiden
- T2-relaxation: synkroniseringen mellan rotationerna av protonernas individuella magnetfält bryts

Genom att mäta tiderna det tar för dessa två fenomen att ske i många individuella punkter kan en tredimensionell bild av den avbildade vävnadens sammansättning tas fram.^[1]

fMRI och BOLD

Den grundläggande principen bakom fMRI är att syrefattigt respektive syrerikt blod har olika susceptibilitet, vilket innebär att de påverkar styrkan hos ett magnetiskt fält som går igenom dem olika mycket. Eftersom mer syre transporteras till aktiva områden av hjärnan än till inaktiva, kan detta användas för att mäta hjärnaktivitet. Denna teknik kallas för Blood Oxygenation Level Dependence, förkortat BOLD. Den största fördelen med tekniken är att den till skillnad mot andra skanningstekniker inte kräver injektion av radioaktiva preparat.^[4]

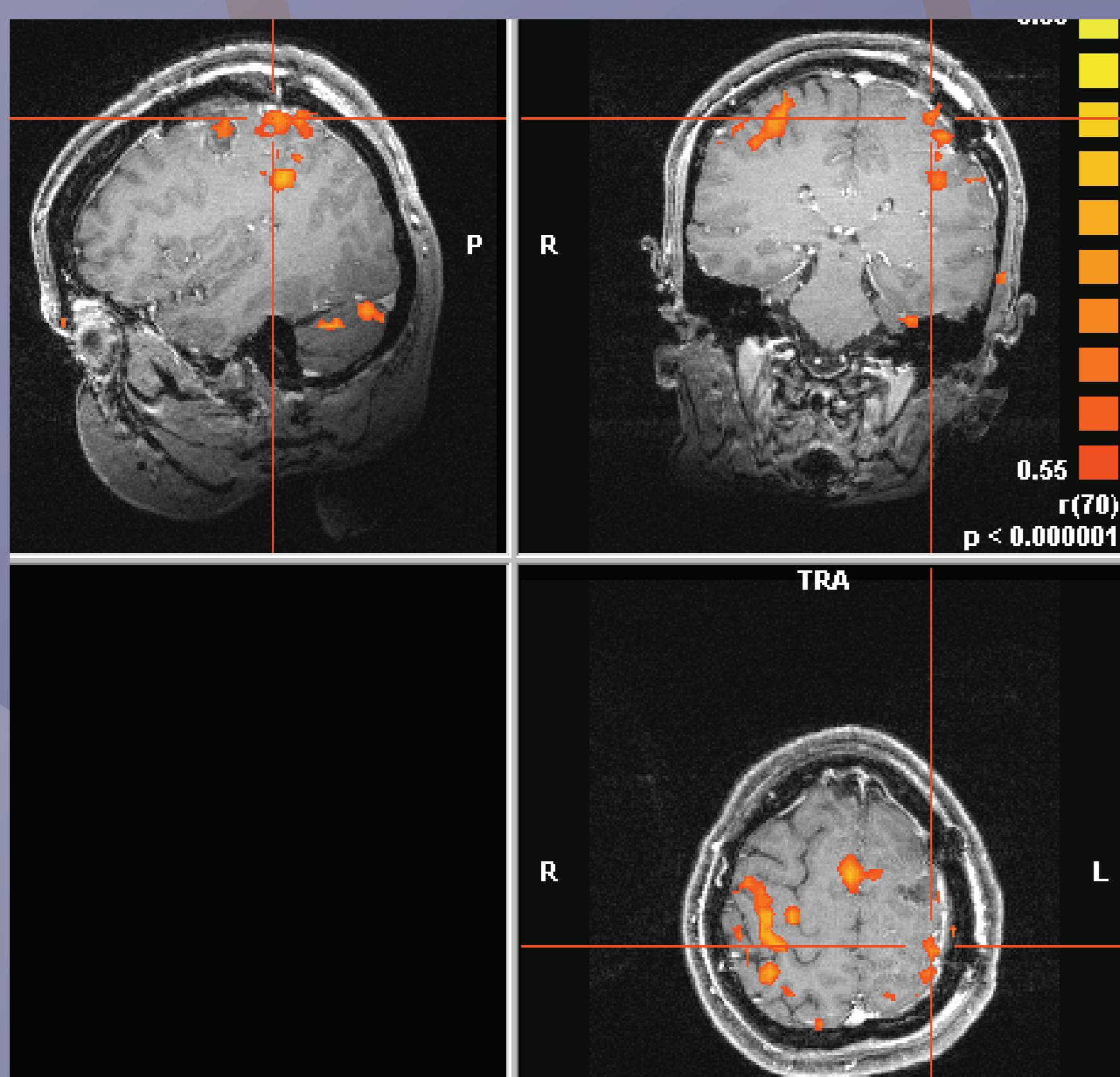
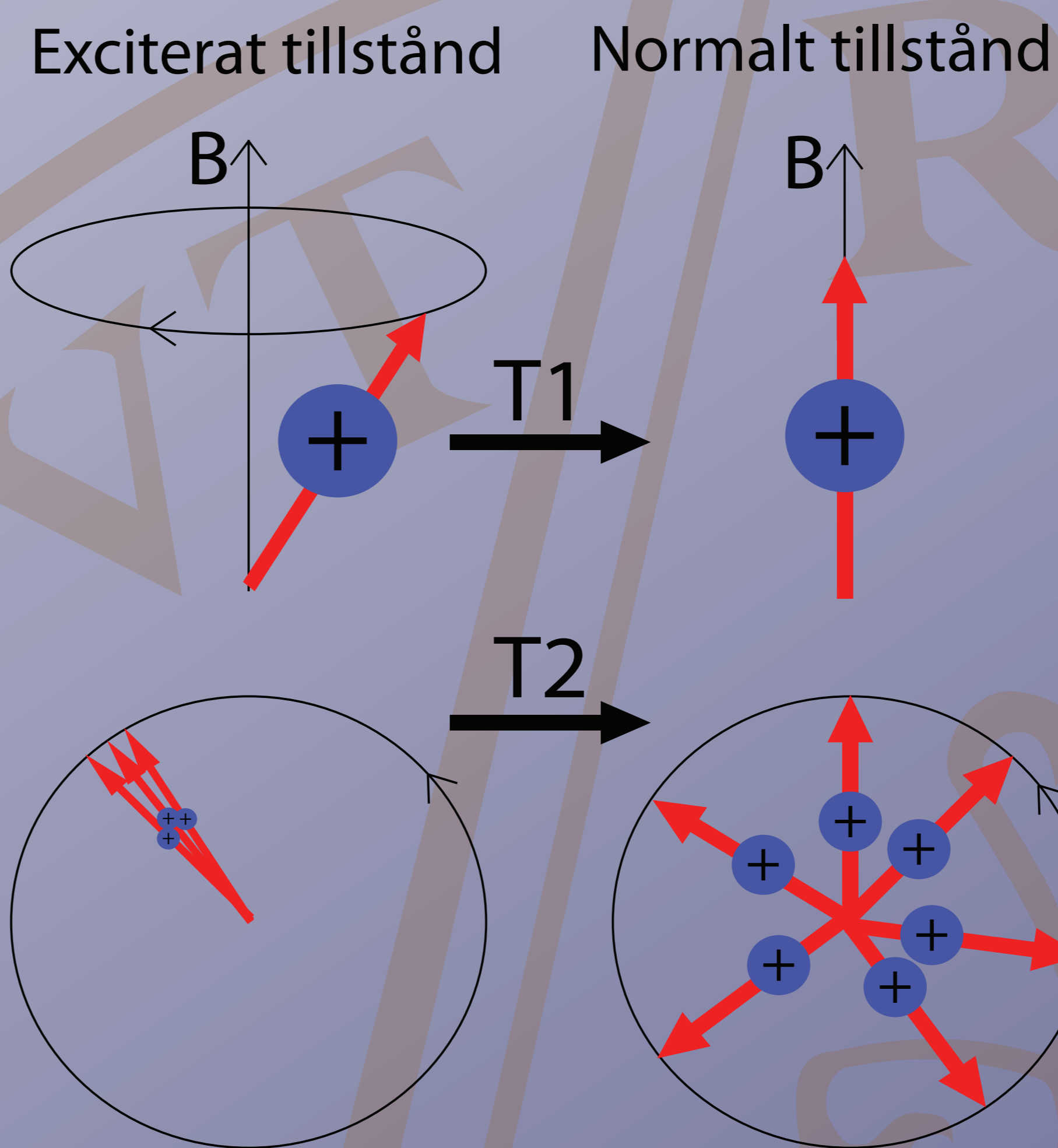


Bild som visar resultatet av en fMRI-skanning. De färgade områdena visar aktiva delar av hjärnan.

Bild:
Linda Knutsson



Grafisk tolkning av T1- och T2-relaxation. De röda pilarna representerar protonernas magnetfältsvektorer.

Bild: Henrik Ekerfelt, Sebastian Ekström

Tillämpningar

Idag används fMRI främst inför hjärnoperationer för att lokalisera viktiga nervcentra, såsom rörelsecentrum, språkcentrum och syncentrum. Det sker även mycket forskning i området: bl.a. metoder för att kunna diagnostisera psykiska sjukdomar, ta reda på hur hjärnan fungerar och man försöker också utveckla en ny typ av lögndetektorer.^[4]

Produkter

Idag finns det 3 stora tillverkare av MRI-maskiner: Philips, Siemens och General Electronics (GE). Ju starkare magnetfält som används, desto bättre upplösning kan man få, men desto mer kostar utrustningen; som tumregel kan du räkna med att få betala 10 miljoner kronor per tesla. I kliniska sammanhang används endast magnetfält upp till 3 T. Utrustning med starkare magnetfält existerar men får än så länge endast användas till forskning, och utrustning med magnetfält starkare än 11 T används inte på människor. Här i Lund kommer det inom en snar framtid att finnas en maskin med ett magnetfält på 7 T.^{[2][4]}

Källor

- [1] Aarre-Thorsen, S och Carsten, L, "Magnetisk resonanstomografi", 2004, hämtad 7 november 2010, <<http://www.ts.mah.se/utbild/te1054/mf04/mr.pdf>>.
- [2] Norris, D, "Playing it too safe?", Nature Physics, no. 2, 2006, sid. 358 - 360, hämtad 7 november 2010, ELIN@Lund.
- [3] Zuo, X.N. och Di Martino, A., "The oscillating brain: Complex and reliable", NeuroImage, 2, Vol. 49, 2010, sid. 1432 - 1445, hämtad 7 november 2010, ELIN@Lund.
- [4] Presentation om fMRI av Linda Knutsson, Department of Medical Radiation Physics Lund University Hospital, 6 oktober 2010.

Tack till

Charlotta Nilsson
Linda Knutsson
Department of Medical Radiation Physics Lund University Hospital

Resting state fMRI

Ett av de mer populära forskningsområdena idag är resting state fMRI. Man tittar då på vad hjärnan gör under vila. Det tycks finnas en viss frekvens av aktivitet i hjärnan som ligger runt 0.1 Hz. Detta är dock väldigt svårt att mäta då störningar, till exempel hjärtslag, ger större utslag än aktiviteten själv.^[3]