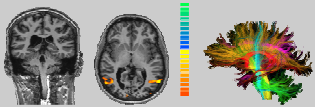


MRKK

Szentágothai TK -
Semmelweis Egyetem
MR Kutatóközpont

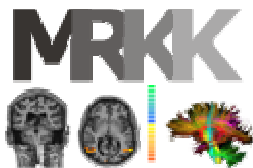


Az fMRI klinikai alkalmazásai

Kozák Lajos Rudolf

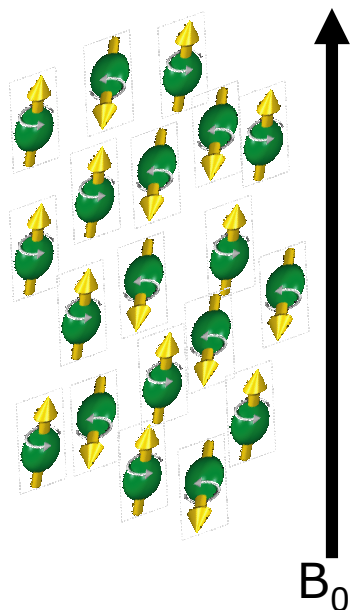
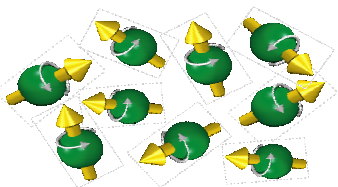
lkozak@mrkk.sote.hu

Szentágothai Tudásközpont - Semmelweis Egyetem
MR Kutatóközpont



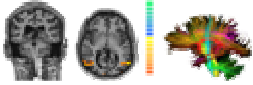
MRI

o Mágneses rezonancia képalkotás

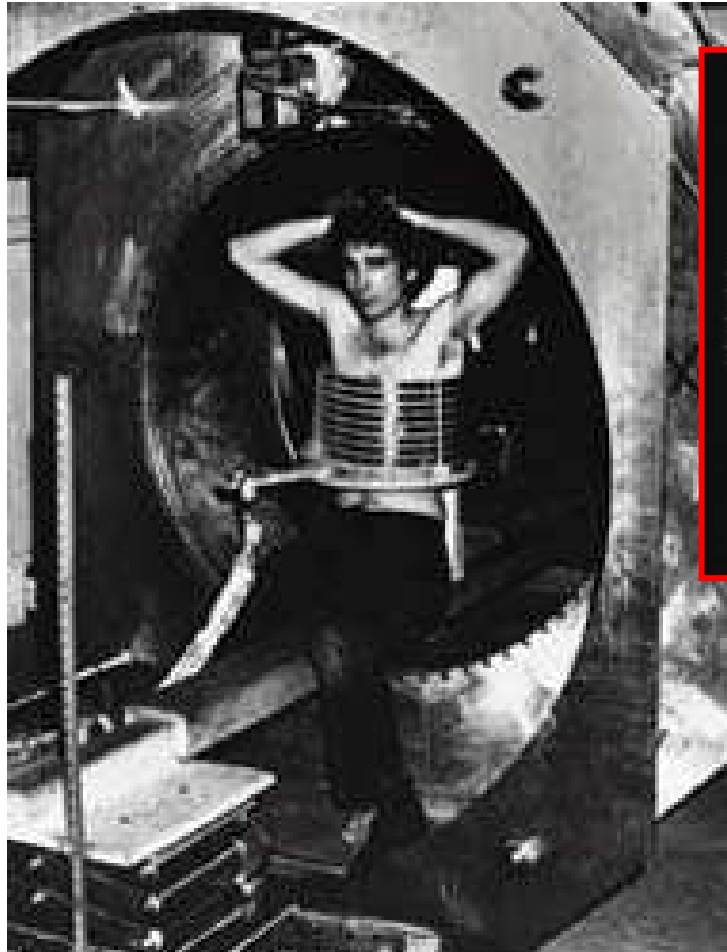


- A páratlan tömegszámú atomok (pl H, Na, P, N) erős külső mágneses térben a térrel majdnem párhuzamos tengelyű forgómozgást végeznek
- A forgástengely megfelelő frekvenciájú rádióhullámokkal gerjesztve megbillenthető, azonban a gerjesztés után eredeti helyzetébe visszatér
- A visszatérés időbeli paraméterei a szöveti összetételtől függenek, ezt a tulajdonságot képalkotásra lehet használni

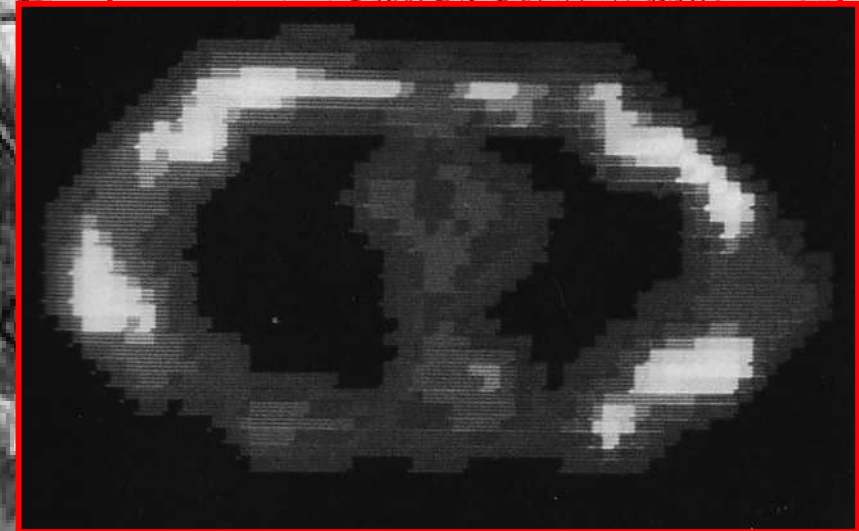
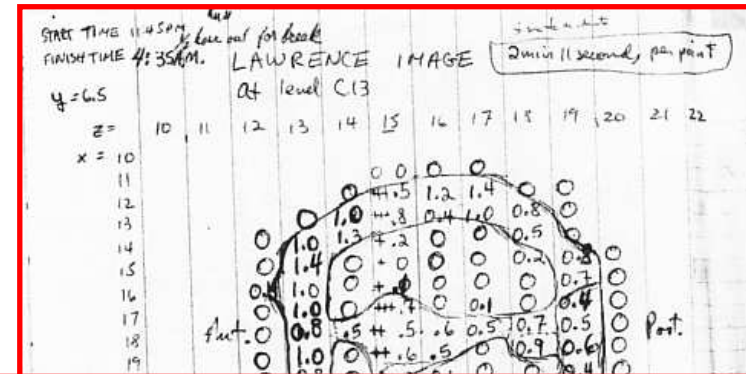
MRKK



Korai humán képek (Damadian)



© Fonar Corporation



$x = 18, 15 = z, y = 6\frac{1}{2}$

Beam ~~is~~ $2\frac{1}{4}$ " from bottom surface of beam to magnet ~~is~~ inner surface

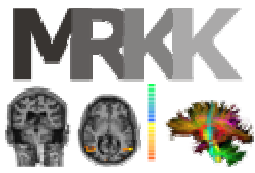
FANTASTIC SUCCESS!

4:45 AM.

First Human Image

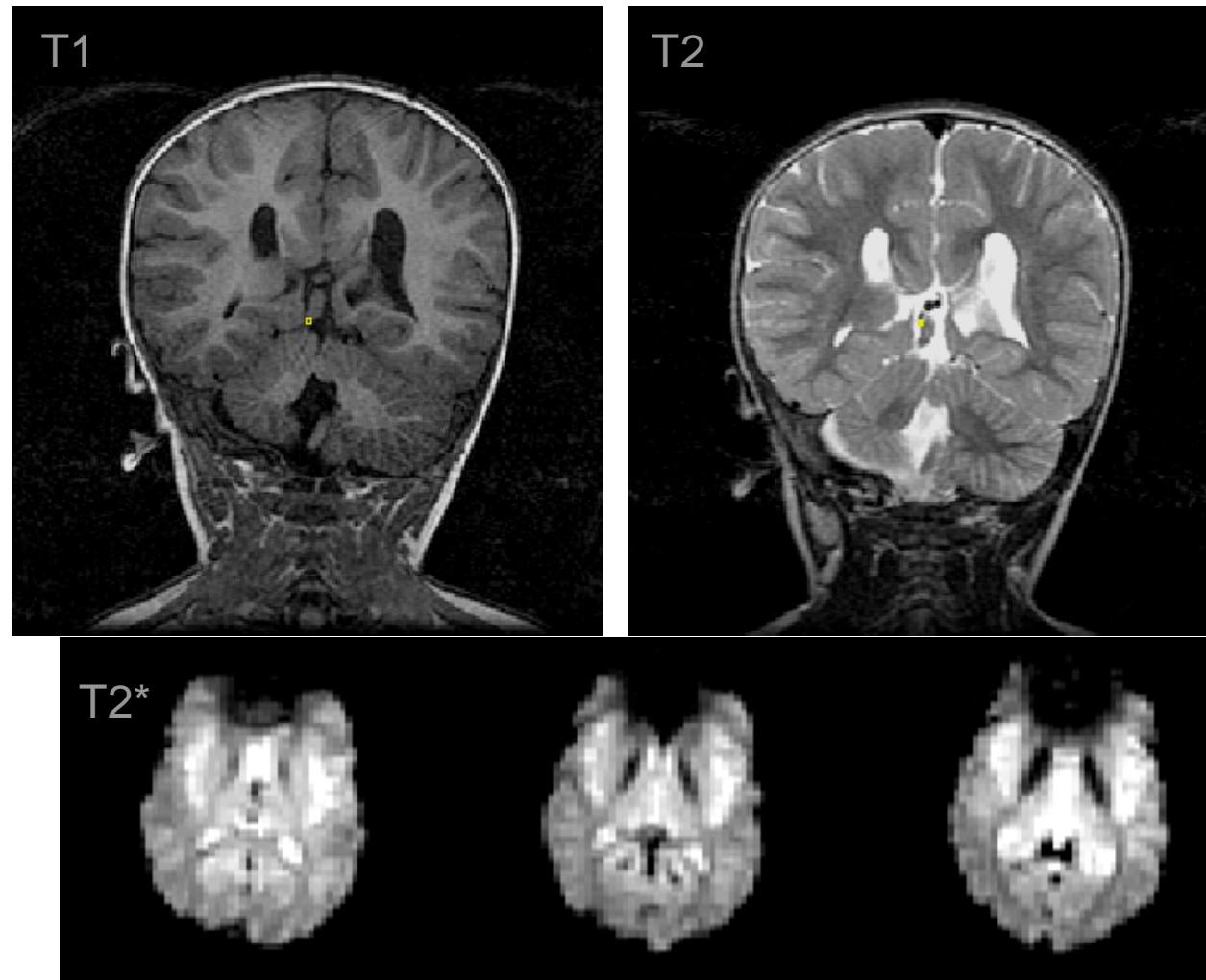
Complete in Amazing Detail

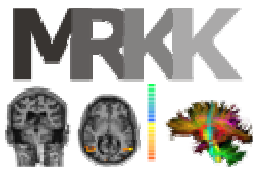
Showing Heart
Lungs
Vertebra
Musculature



Koregisztráció

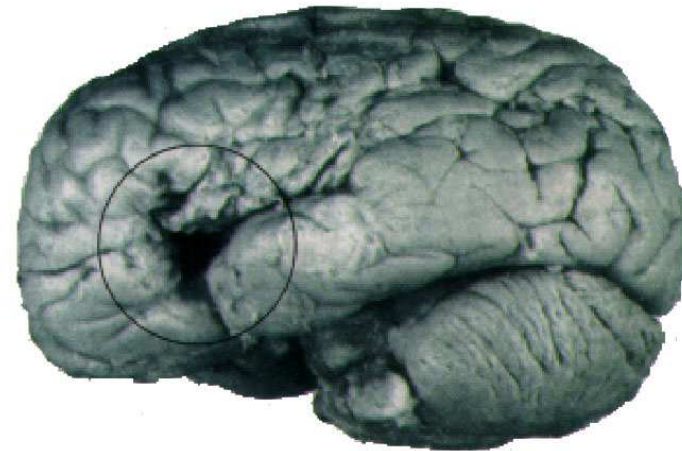
(MR-kontraszt különbségek)

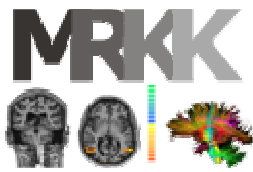




Broca

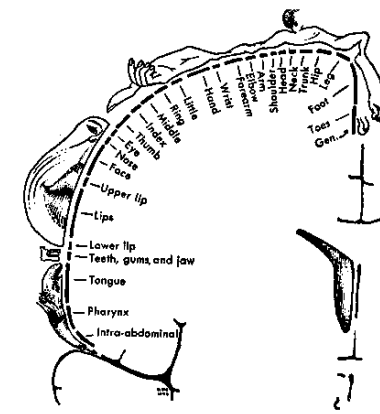
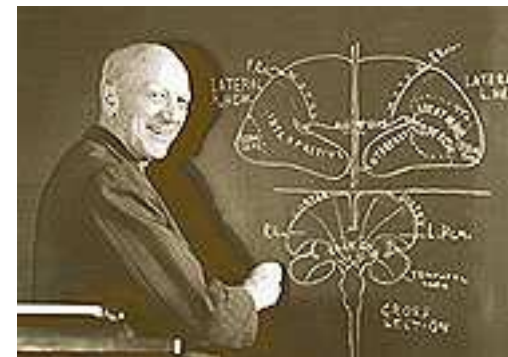
motoros beszédközpont

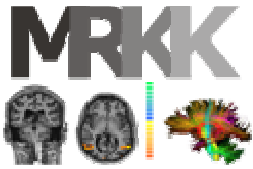




Penfield

Szomatotopikus reprezentáció



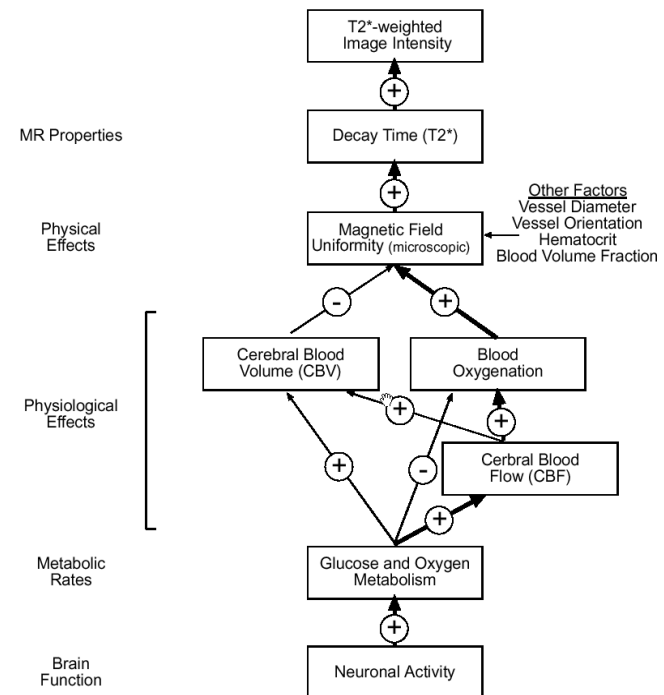


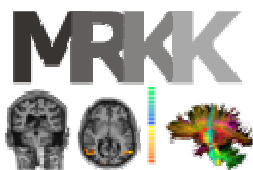
Neurális válasz mérése fMRI-vel

Mit is mérünk fMRI-vel?



- A vérerek kinézete T2 súlyozott MR képeken, a vér oxigéntartalmától függ (Ogawa, 1990)
- Az idegsejtek glükózmétabolizmusa oxigénigényes folyamat, így az idegi aktivitás az véroxigéntartalom változásán keresztül indirekt módon mérhető.

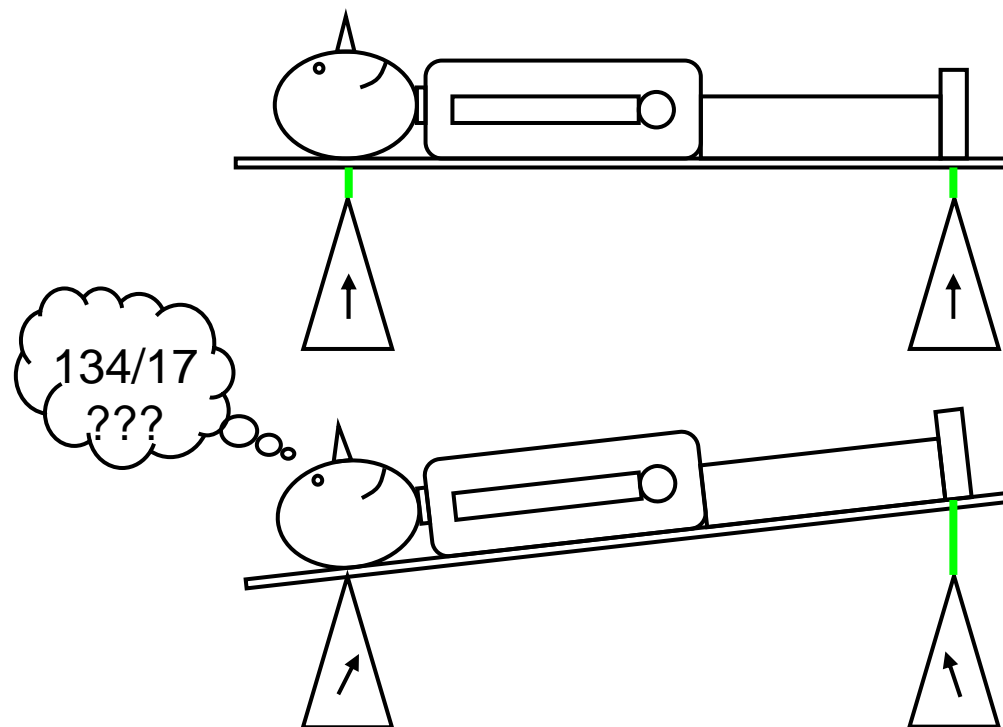




Az egyik első funkcionális kísérlet és talán a legolcsóbb is...

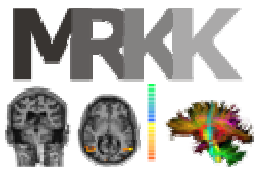


Angelo Mosso
Olasz élettanász
(1846-1910)



“[Mosso kísérletében] a vizsgálat alanya egy ügyesen kiegyensúlyozott asztalon feküdt, mely akár a fej akár a láb irányába el tudott billenni, ha bármelyiknek a súlya megnövekedett. Abban a pillanatban, amikor valamilyen érzelmi, vagy intellektuális aktivitás megindult az asztal a fej felőli oldalra billent a vér redisztribúciója miatt.

-- William James, *Principles of Psychology* (1890)



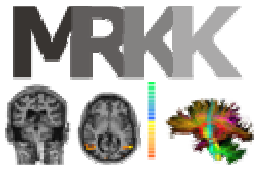
fMRI összevetése egyéb funkcionális módszerekkel

EEG-hez képest

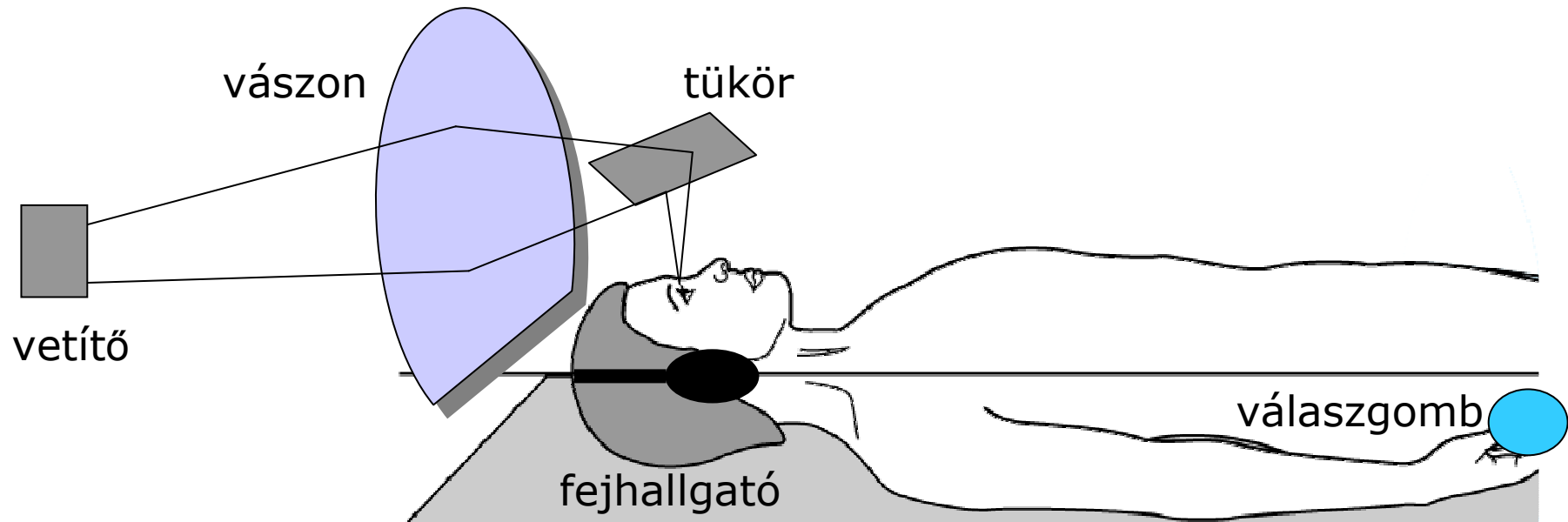
- Előny
 - Pontos térbeli lokalizáció
- Hátrány
 - Rosszabb időbeli felbontás

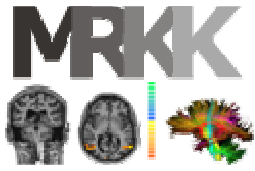
PET-hez képezsz

- Előny
 - Időbeli felbontása jobb
- Hátrány
 - Csak az oxigenáció változásáról ad képet



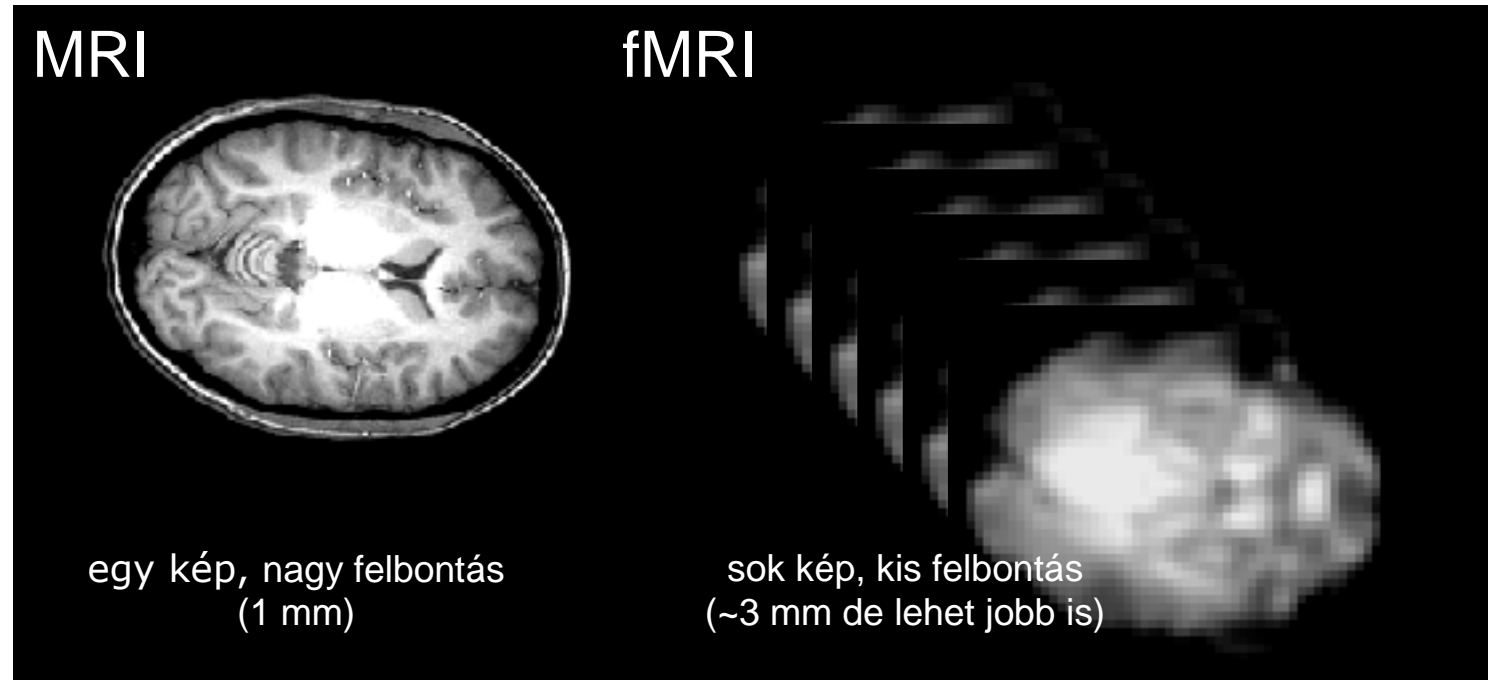
fMRI vizsgálati elrendezés



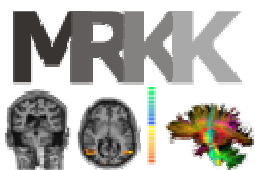


MRI és fMRI

Képképzési különbség...

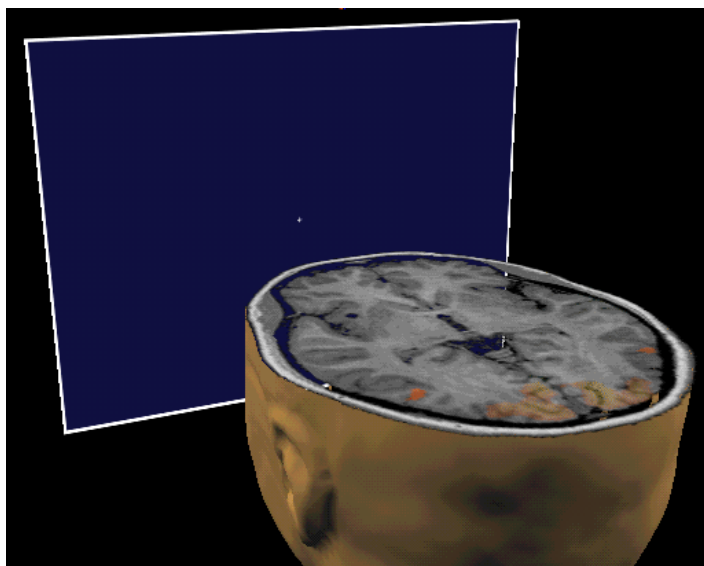


Hagyományosan MRI-vel egy képet készítünk egy szeletben, így az adott időpontnak megfelelő statikus információt nyerünk, fMRI-vel képsorozatot készítünk az adott szeletről, így egy tetszőleges hosszúságú időtartamon belüli változásokat tudunk követni.

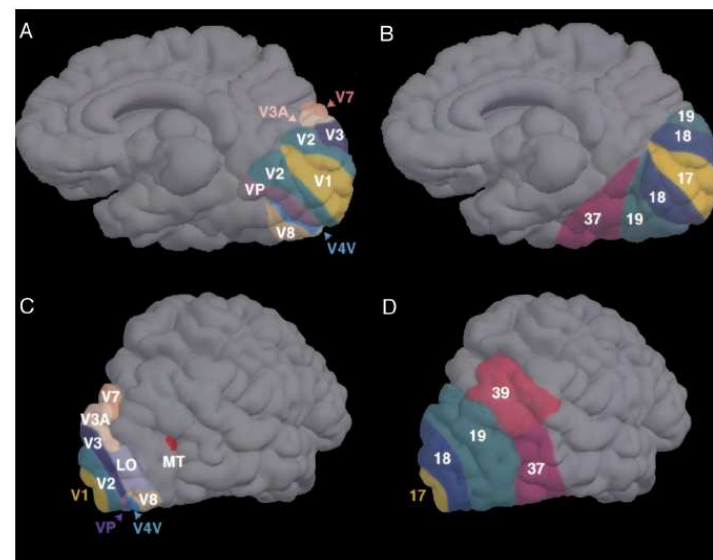


Statisztikai elemzés

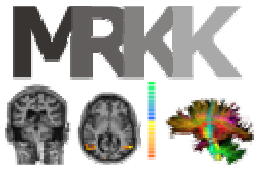
Mi a célunk?



Rainer Goebel

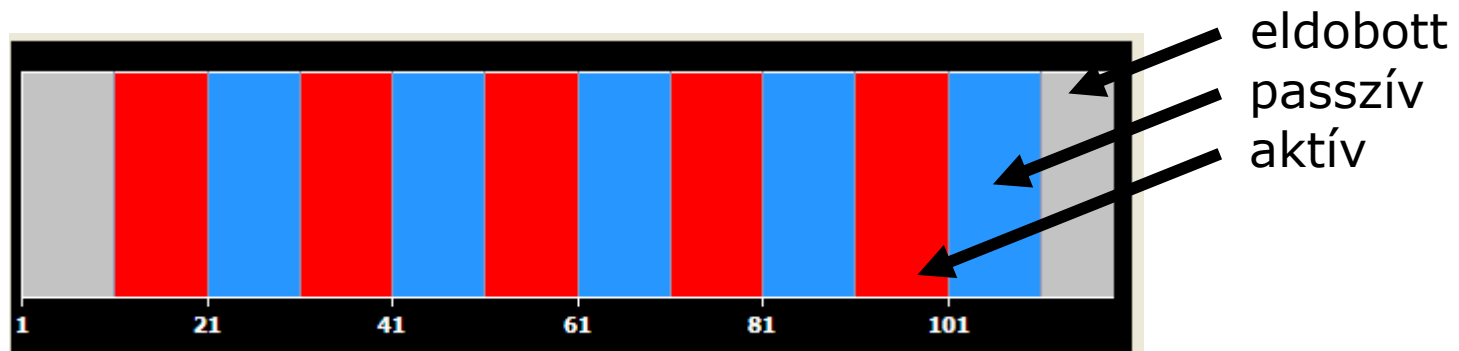


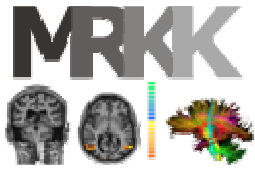
Tootell & al, TICS 1998



fMRI paradigma

- A vizsgálandó területtől függ
 - Képmegnevezés: Broca
 - Beszédértés: Wernicke
 - Ujjmozgatás: motoros területek
 - Retinotópiás térképezés: vizuális áreák
- Aktív és passzív időszakok váltakoznak, hogy legyen megfelelő funkcionális kontraszt

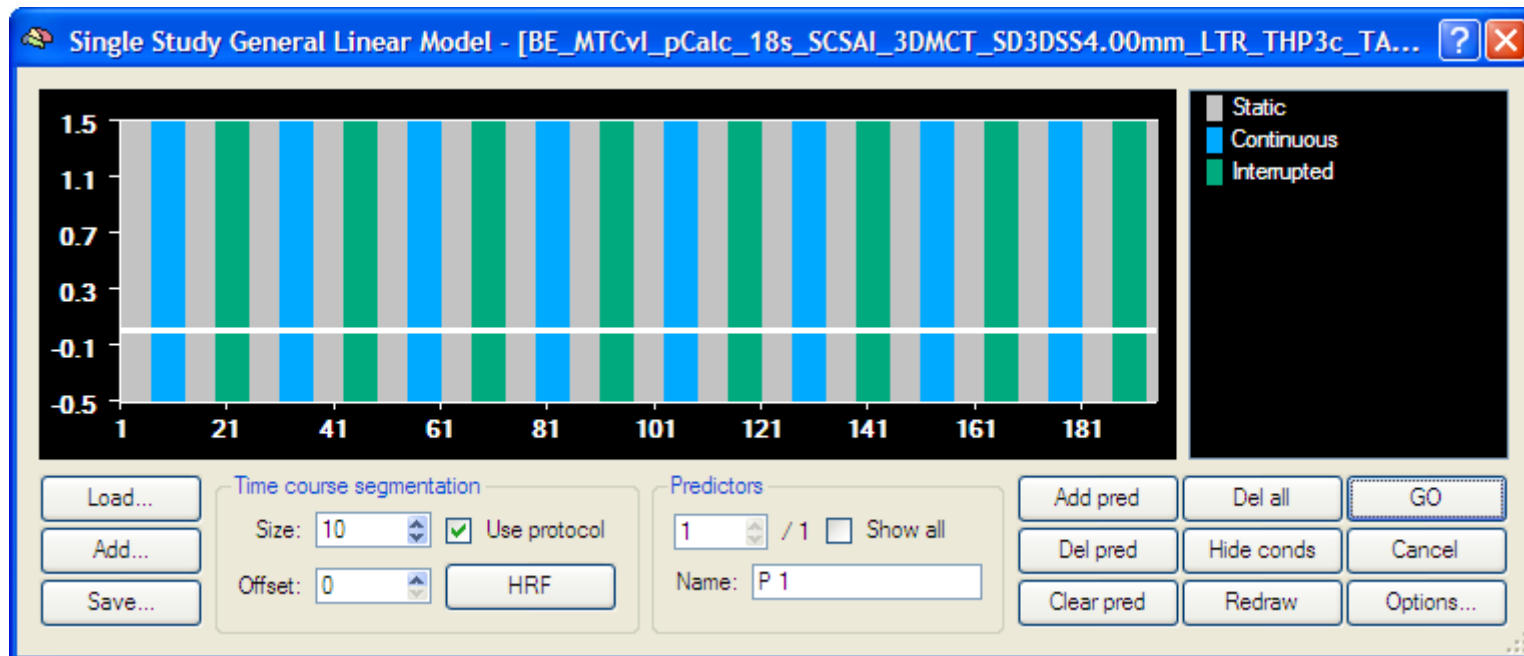


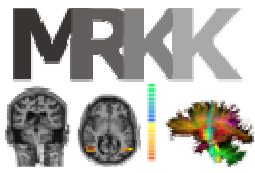


Mozgási paradigma

V5/hMT+ térképezése

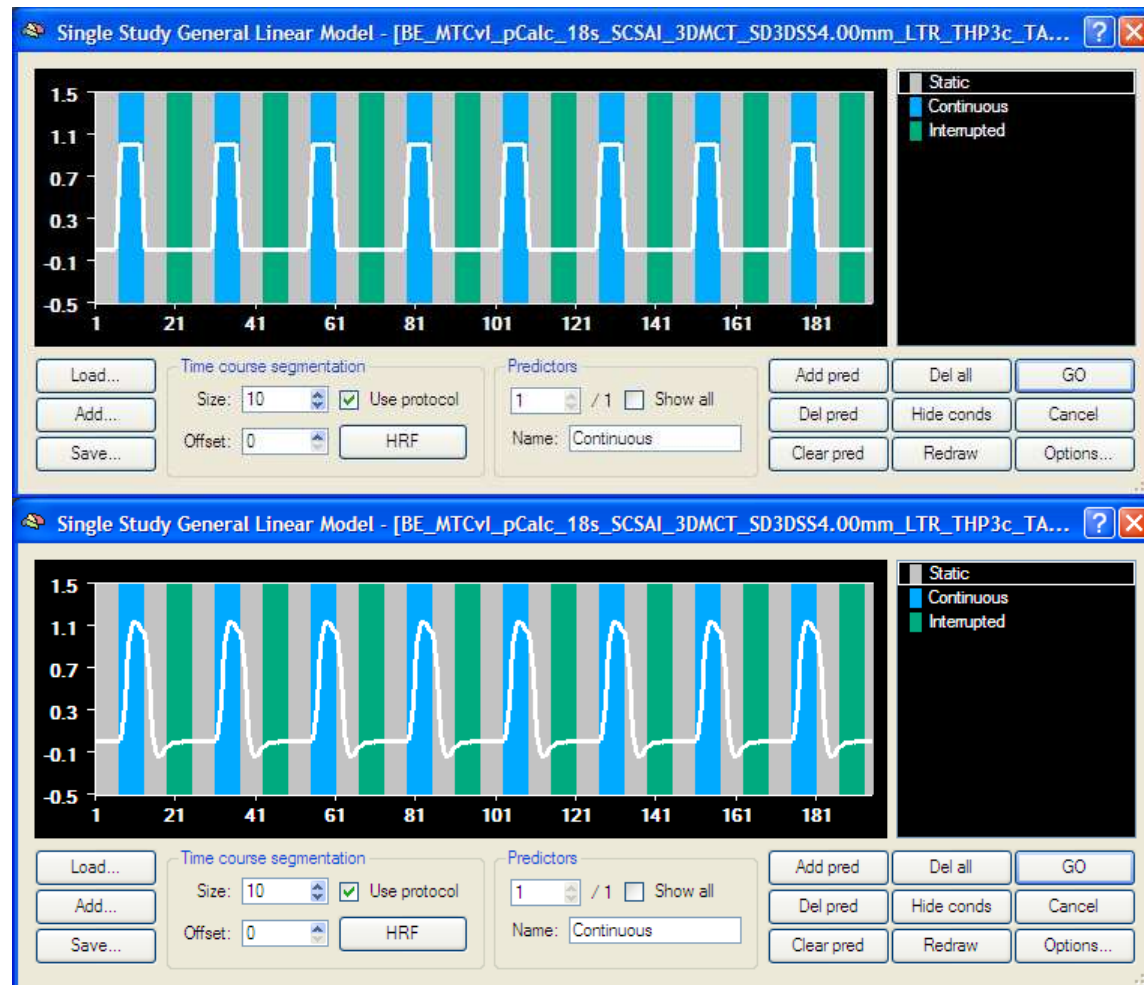
- Szürke: statikus
- Kék: folyamatos mozgás
- Zöld: szaggatott mozgás

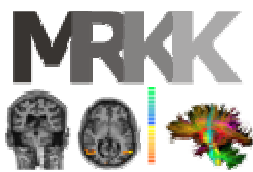




Mozgási paradigma

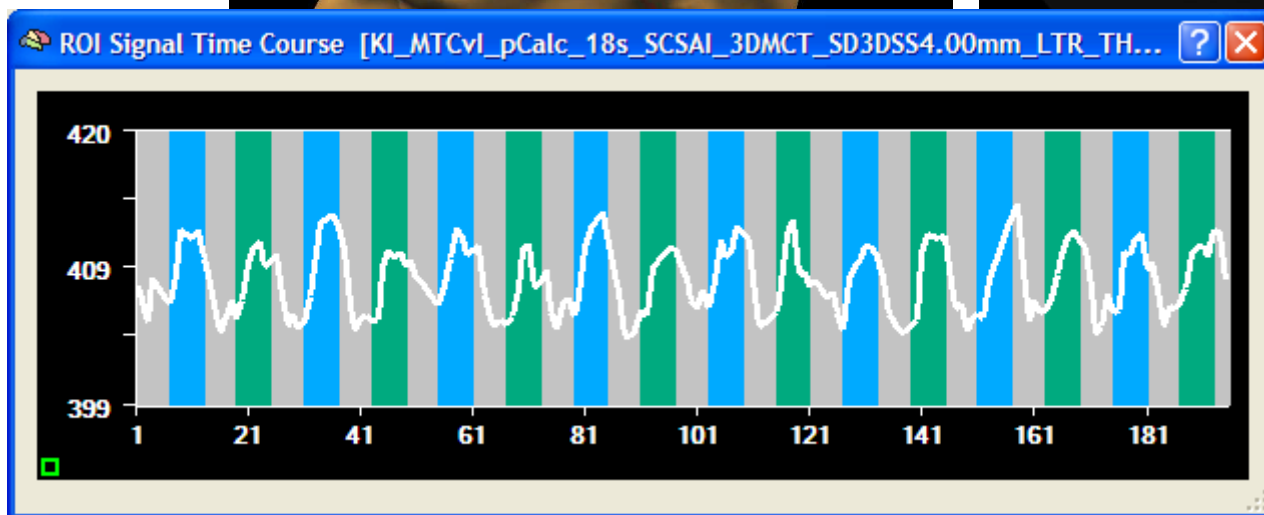
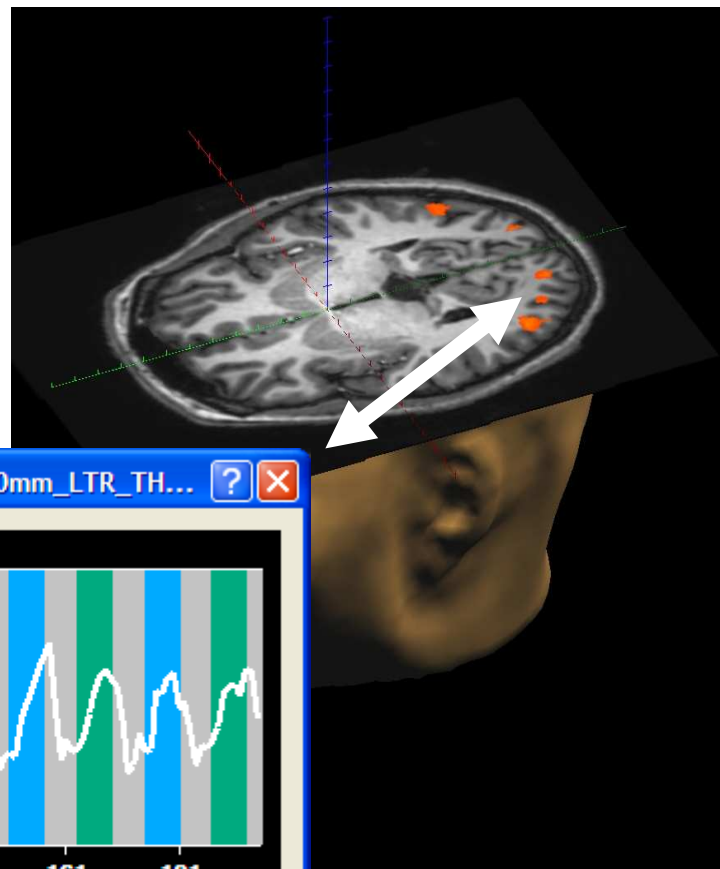
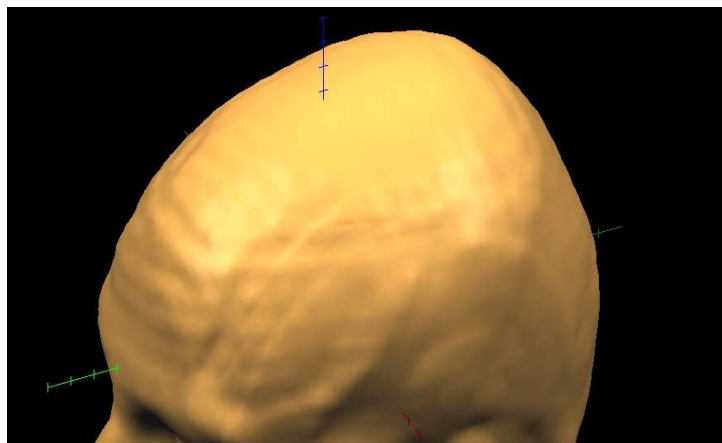
GLM lépései

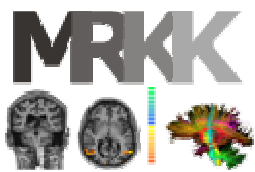




Mozgási paradigma

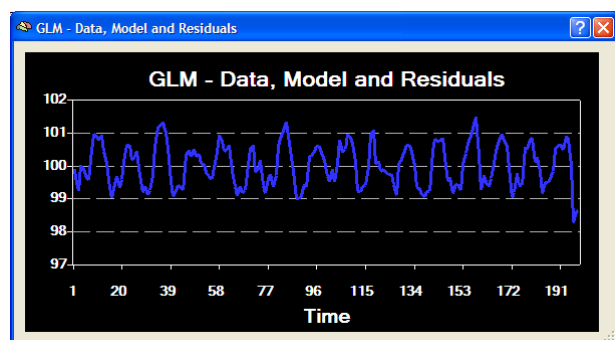
V5/hMT+ térképezése, az aktivitás helyei



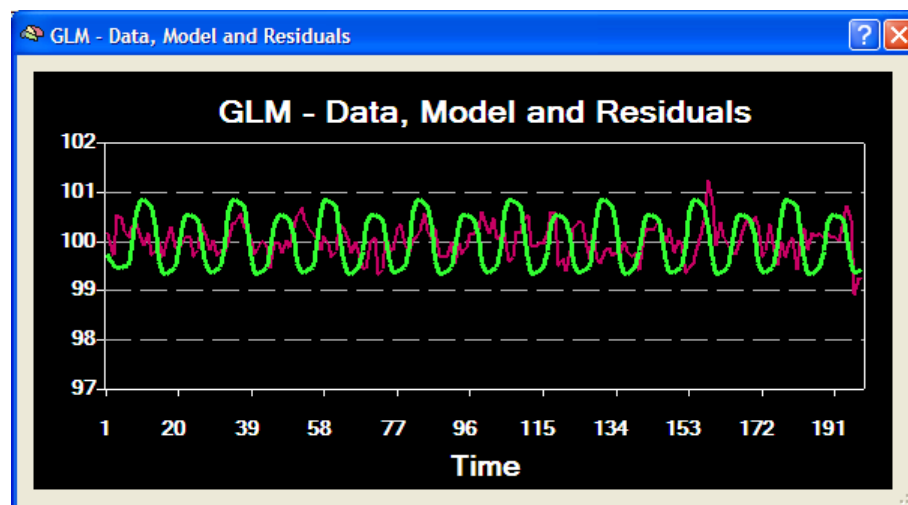


Mozgási paradigma

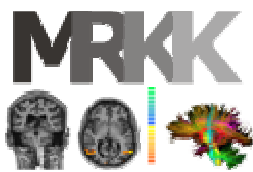
V5/hMT+ térképezése



Adat

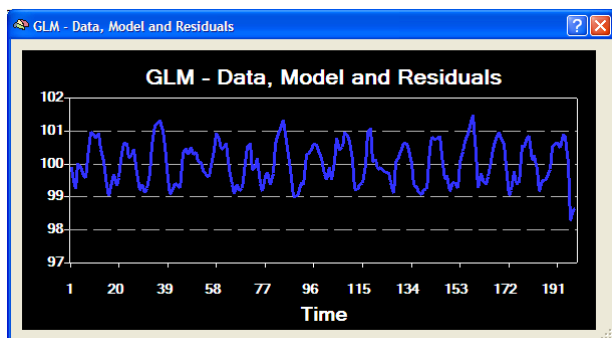


Modell és hiba

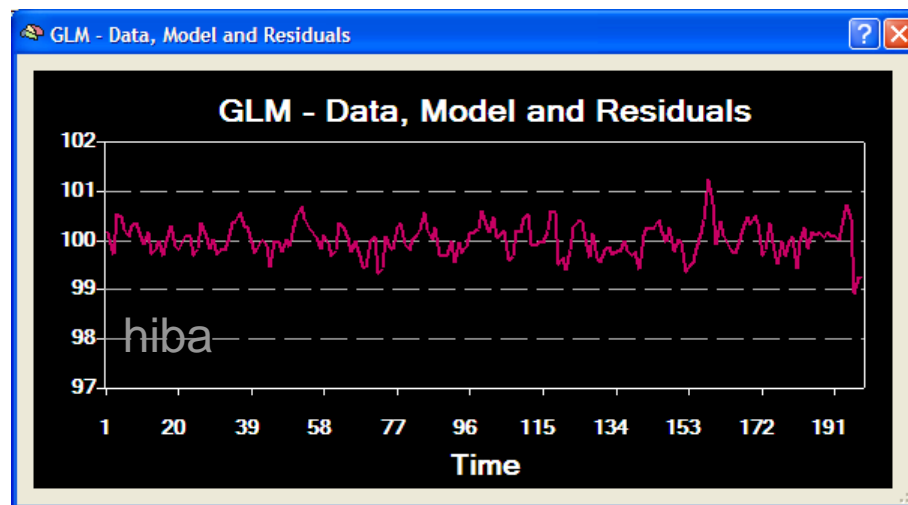
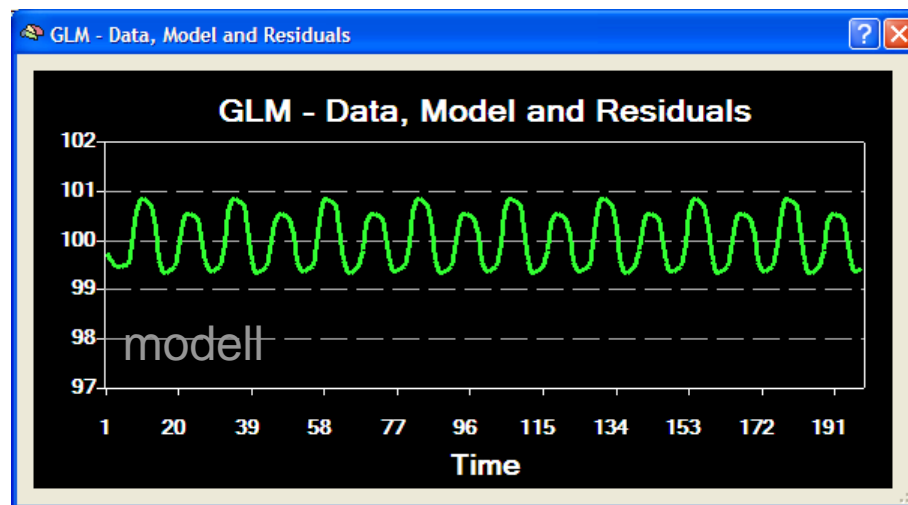


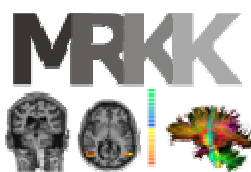
Mozgási paradigma

V5/hMT+ térképezése



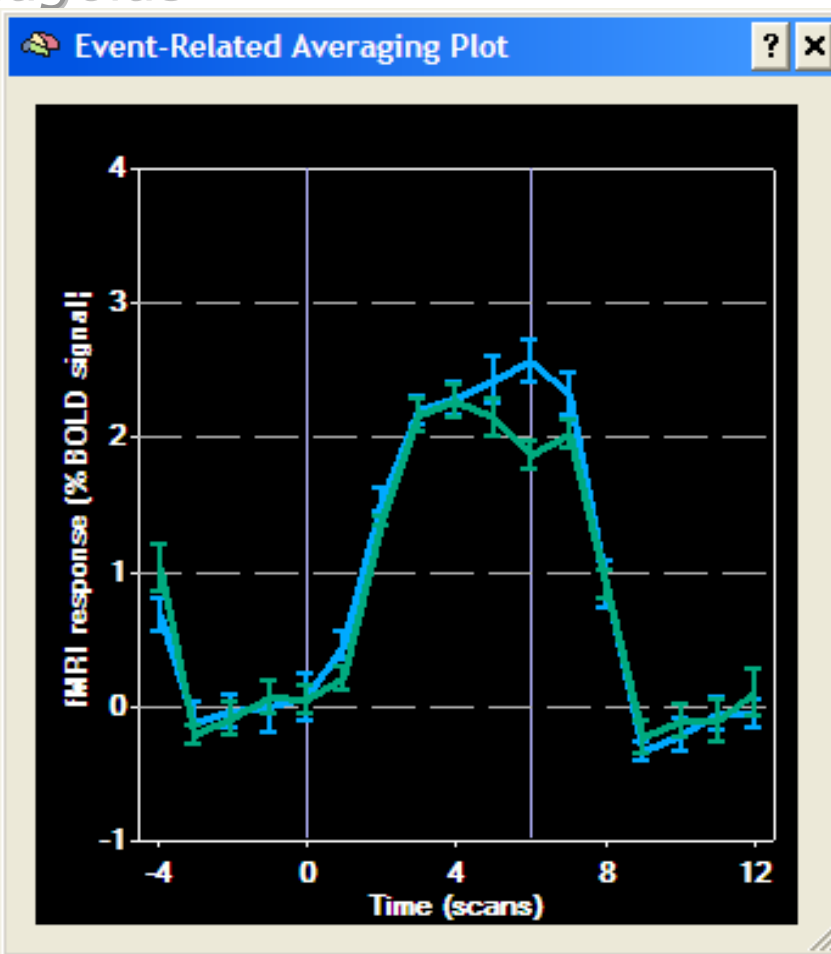
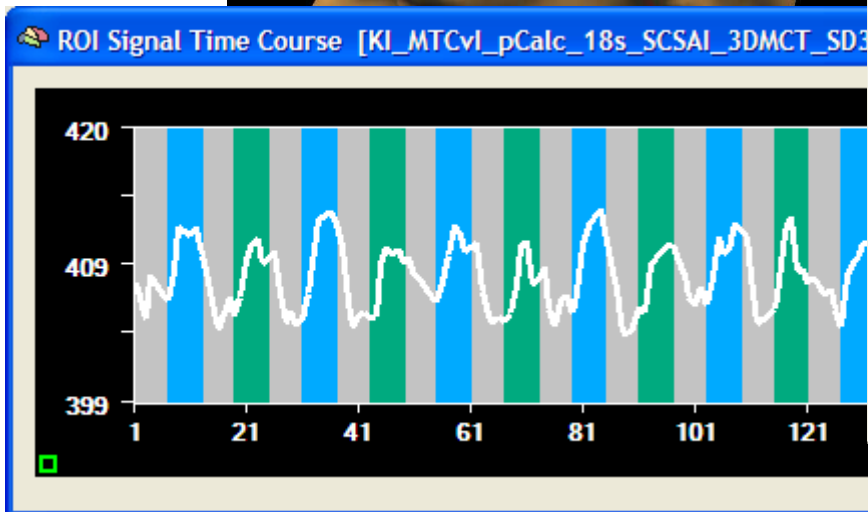
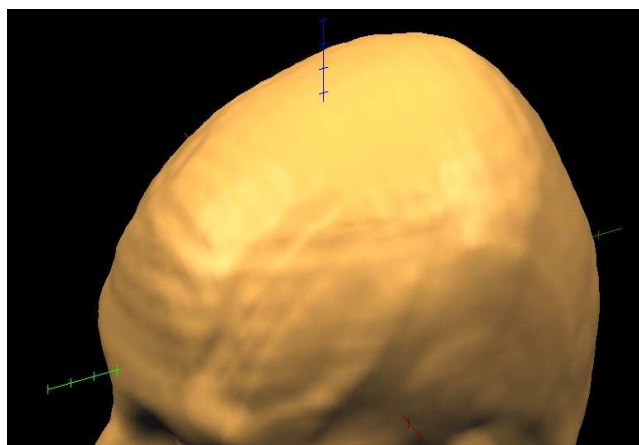
Adat

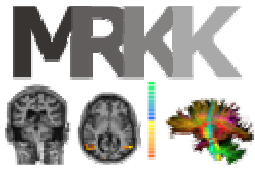




Mozgási paradigma

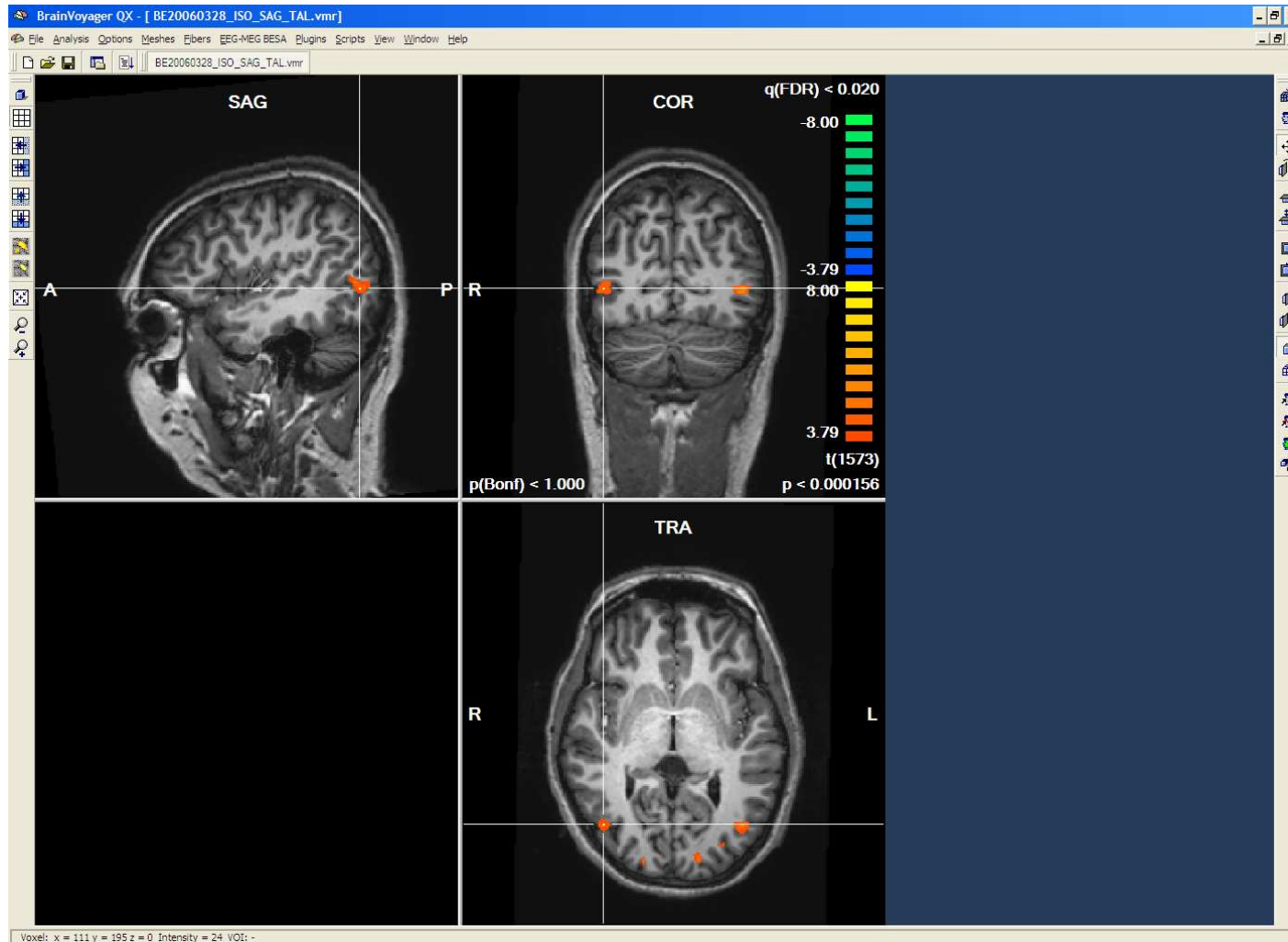
*V5/hMT+ térképezése, az aktivitás helyei,
eseményhez kötött átlagolás*

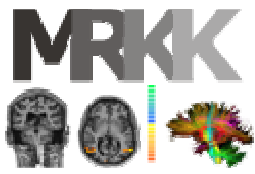




Mozgási paradigma

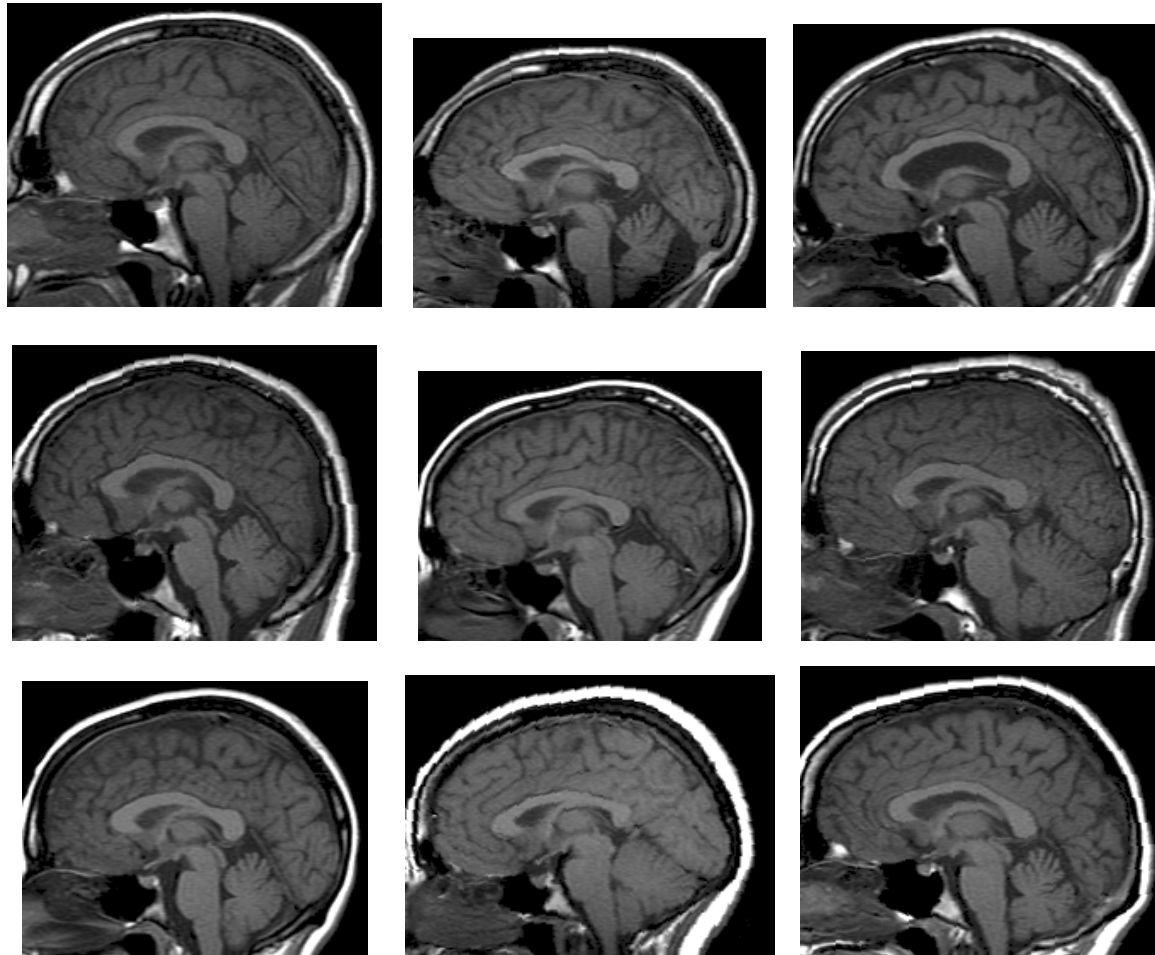
V5/hMT+ térképezése

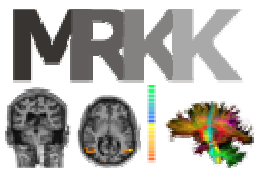




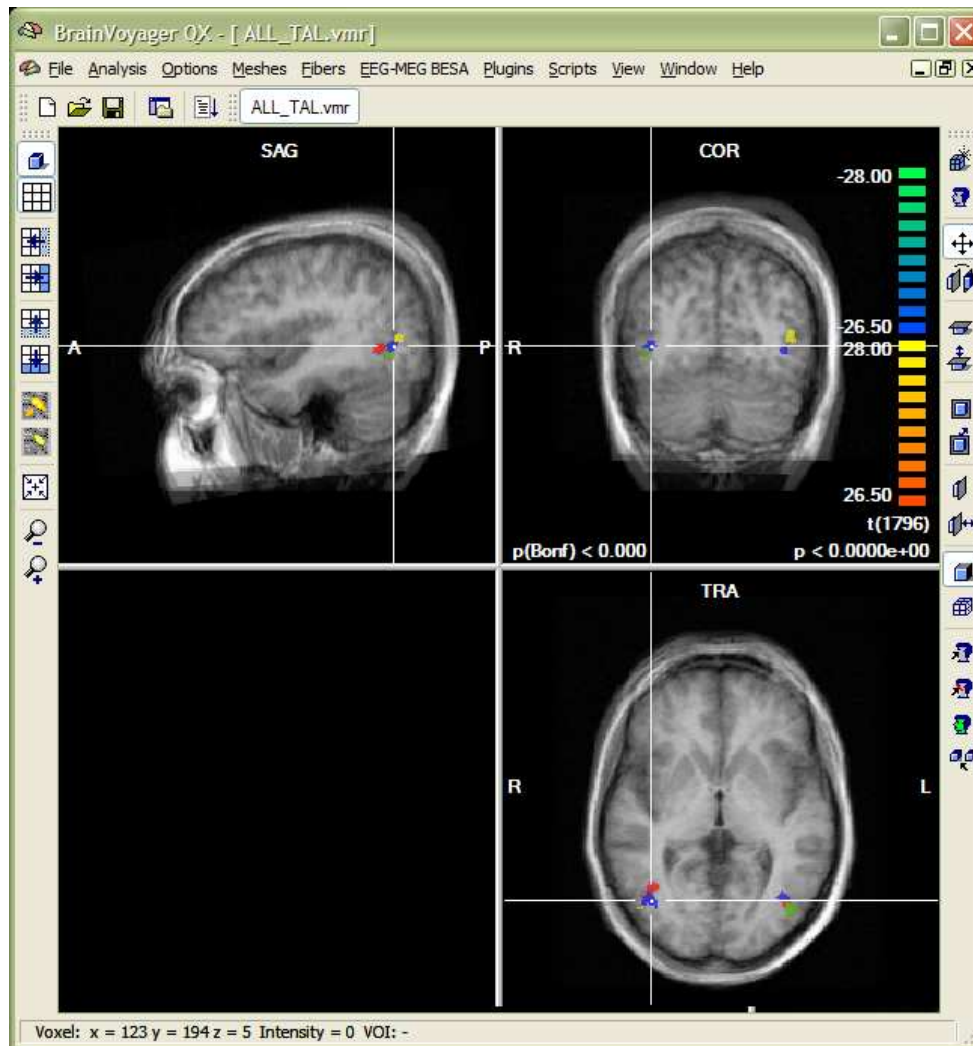
Normalizáció

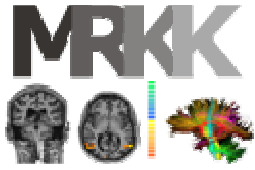
minden agy különböző





Normalizáció *problémák*



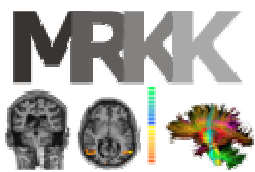


fMRI a klinikumban

- Elsősorban műtét előtti térképezésre használják:
 - A lézió viszonya a funkcionális aktivitásokhoz
 - Nyelvi lateralizáció epilepsziasebészet előtt
 - Lehetséges hozzáférési utak tervezése

- Betegségek követésére is alkalmas:
 - Alzheimer kór
 - Parkinson kór
 - Krónikus fájdalomszindrómák

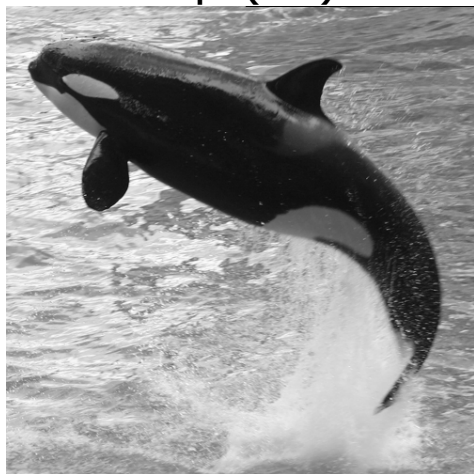
- Farmakológia fMRI (még kísérletes szakaszban):
 - Függőségek
 - Depresszió
 - Skizofrénia
 - Parkinson kór



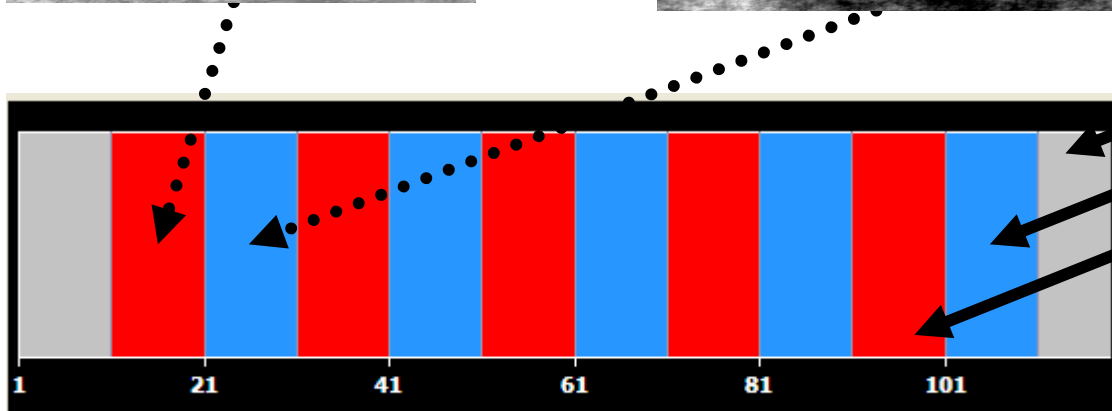
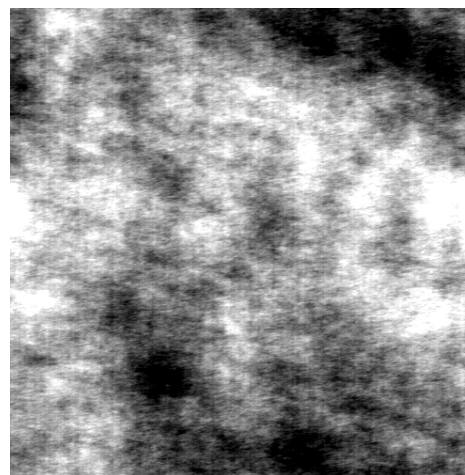
fMRI paradigma

képmegnevezés

AKTÍV:
Kép (3s)

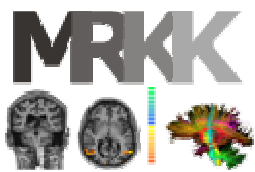


PASSZÍV:
kevert kép (3s)



eldobott
passzív
aktiv

1 blokk = 30s



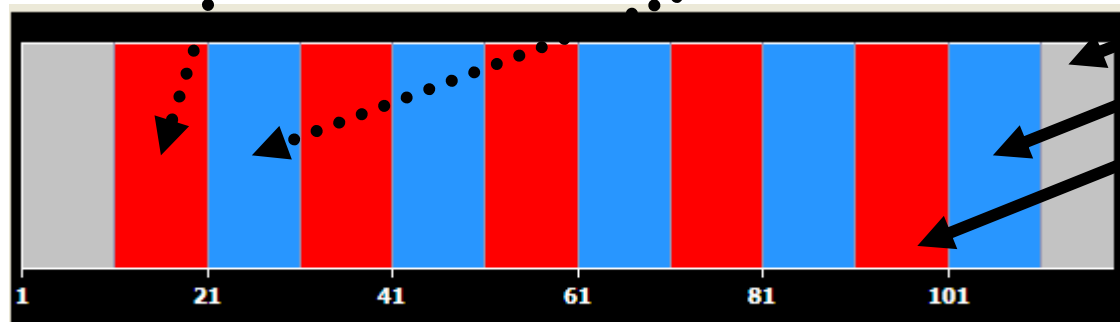
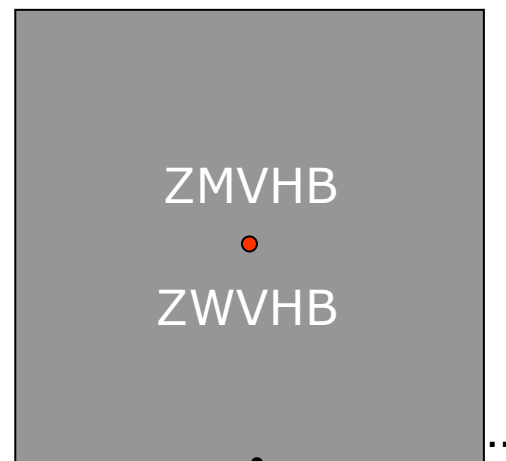
fMRI paradigma

grammatikai döntés

AKTÍV:
Színóníma?

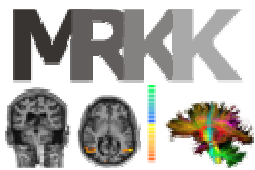


PASSZÍV:
Egyforma?



eldobott
passzív
aktív

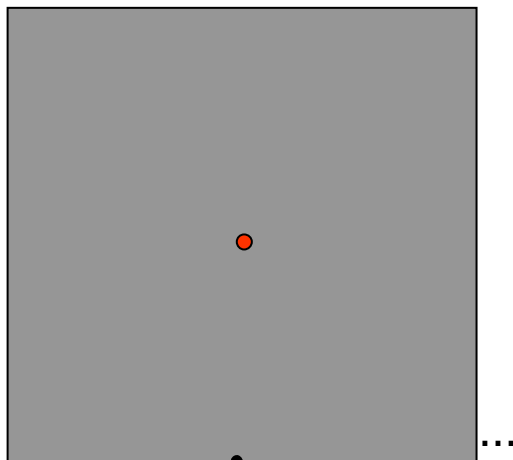
1 blokk = 30s



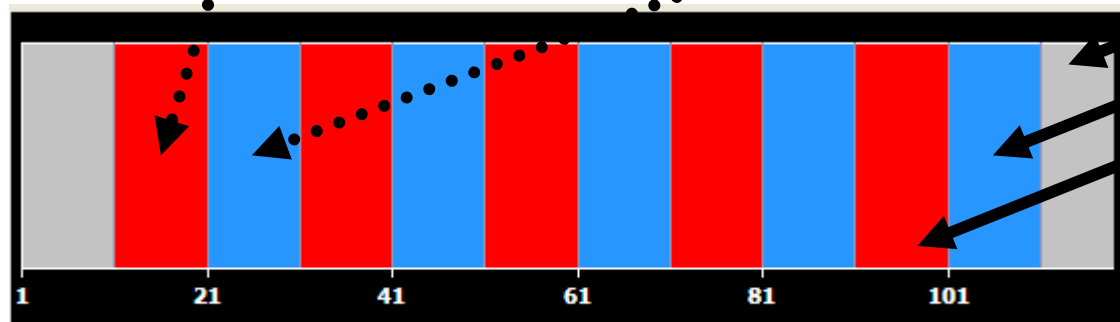
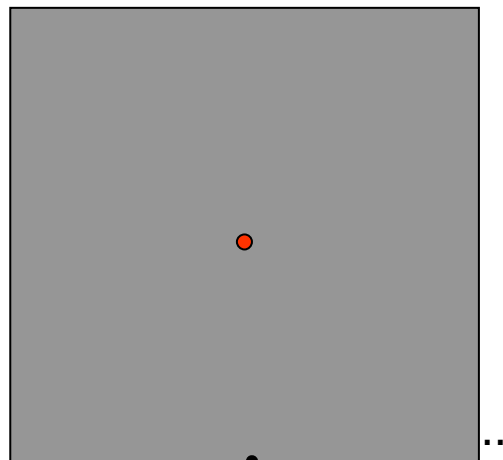
fMRI paradigma

szövegértés I: hallás utáni megértés

AKTÍV:
Szöveg a fejhallgatóban

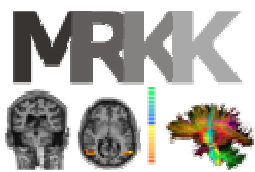


PASSZÍV:
Megfordított szöveg



eldobott
passzív
aktív

1 blokk = 30s

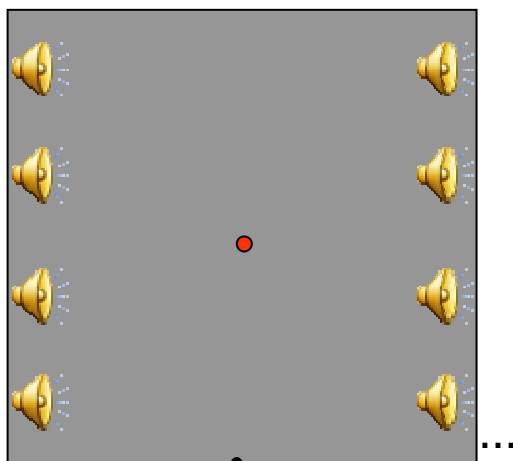


fMRI paradigma

szövegértés II: hallás utáni döntési feladat

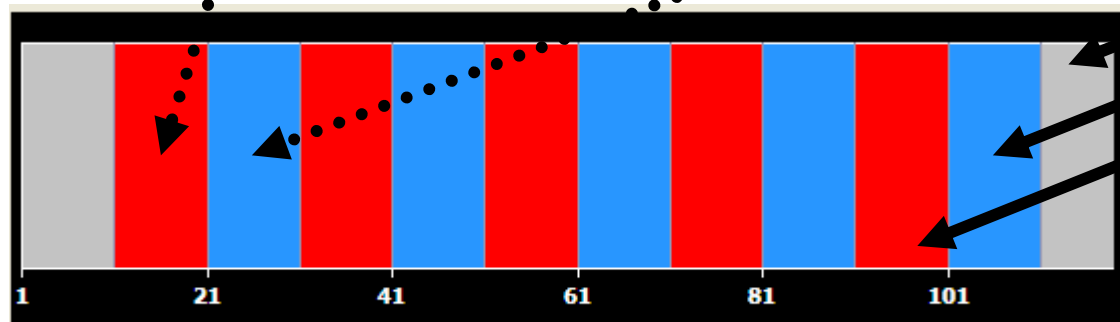
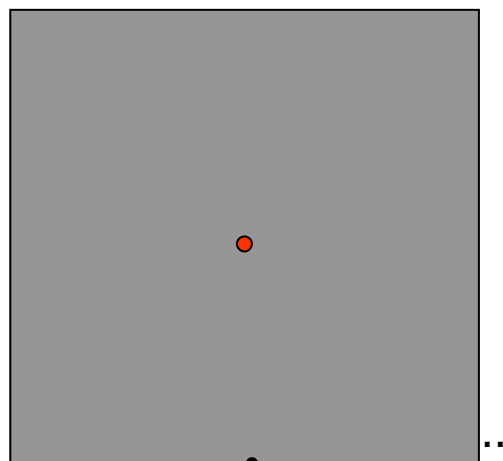
AKTÍV:

Szavak - álszavak



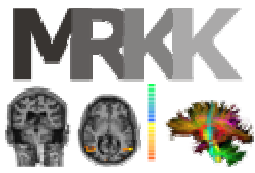
PASSZÍV:

Különböző magasságú hangok



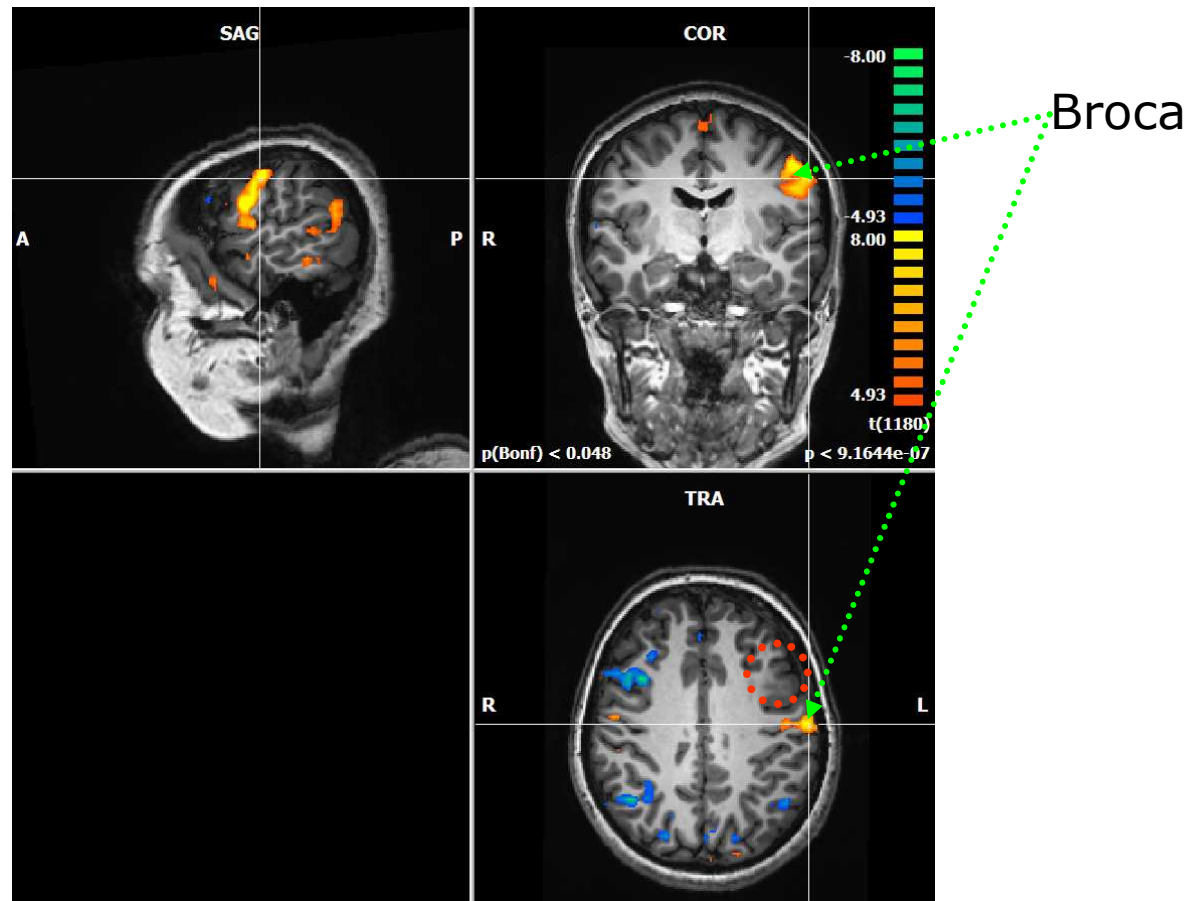
eldobott
passzív
aktív

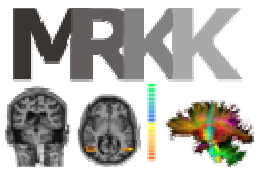
1 blokk = 30s



Példa 1

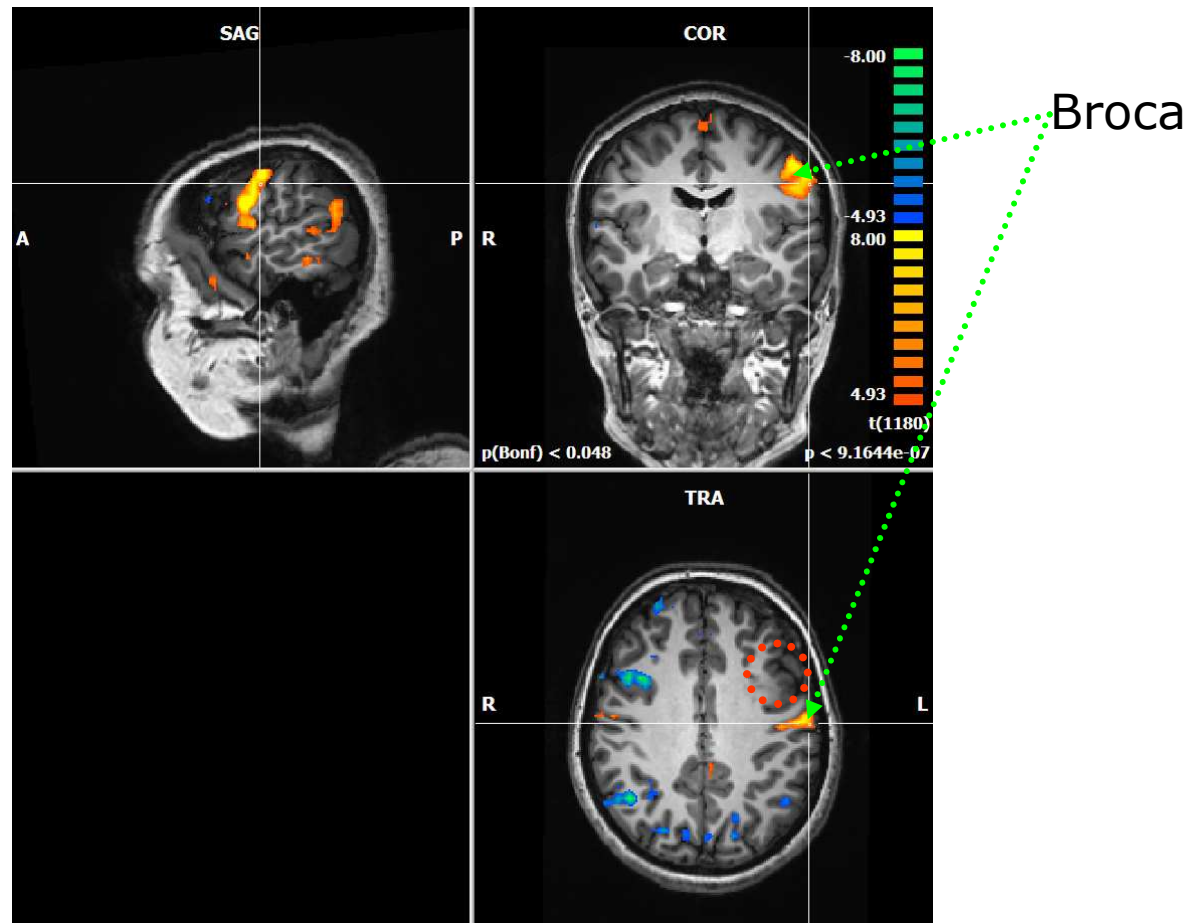
Képmegnevezés

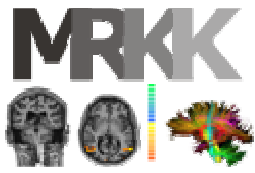




Példa 1

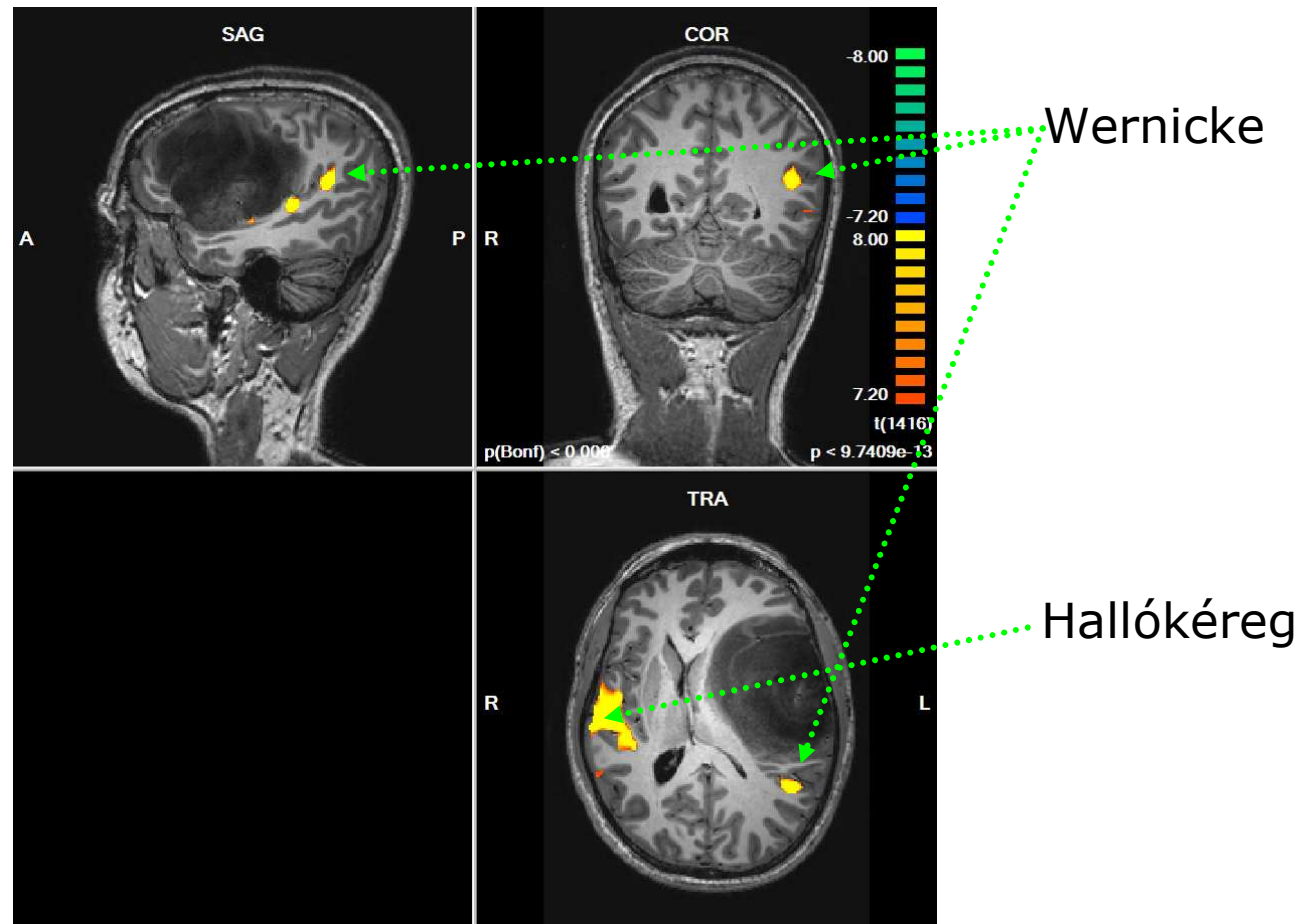
Képmegnevezés

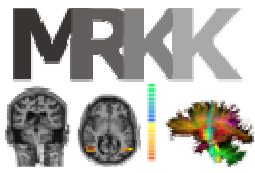




Példa 2

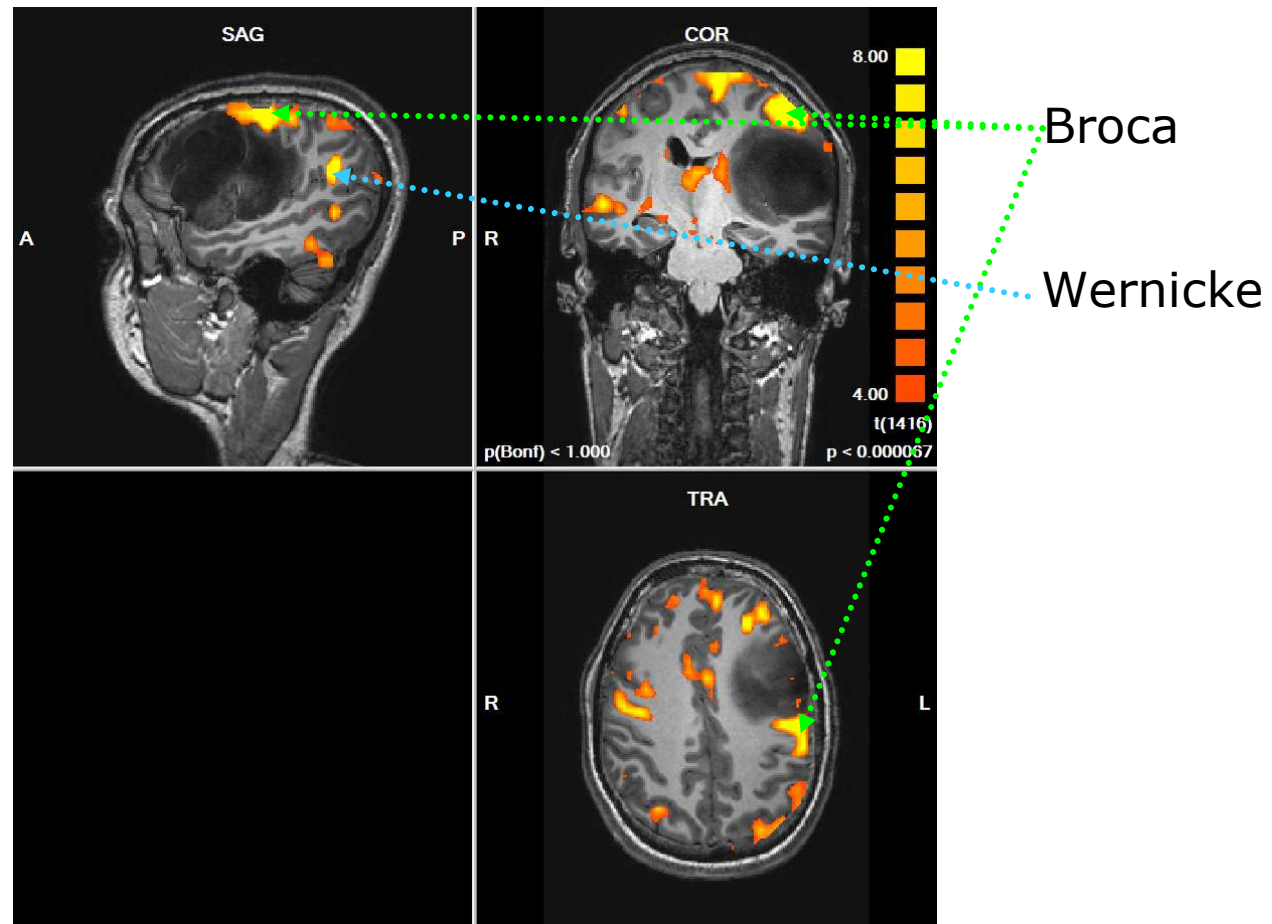
Beszédértés hallás után

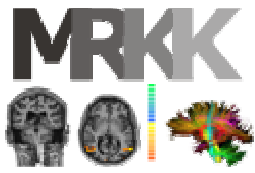




Példa 2

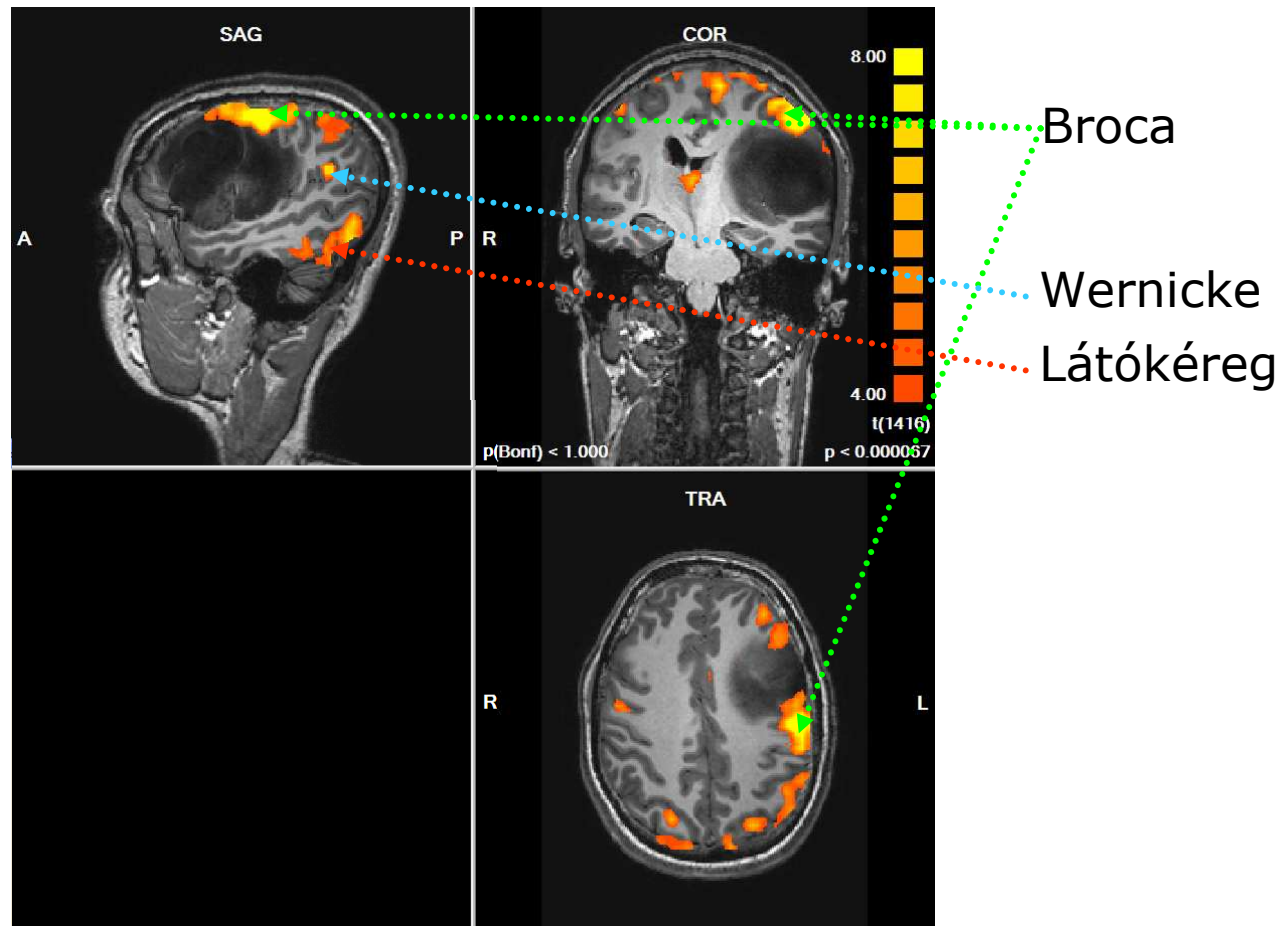
Beszédprodukción, szóképzés

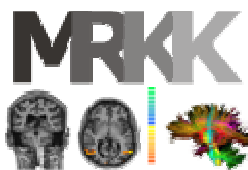




Példa 2

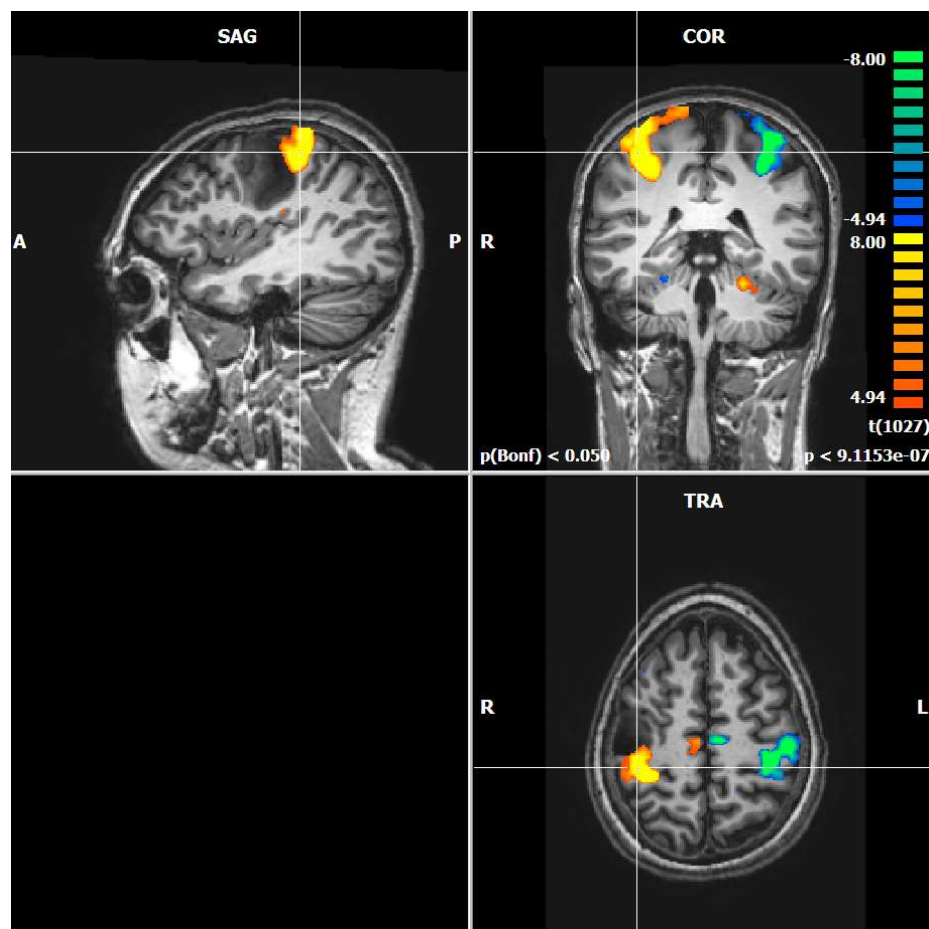
Képmegnevezés

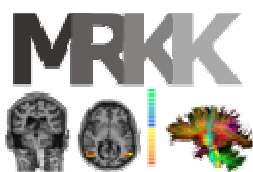




Példa 3

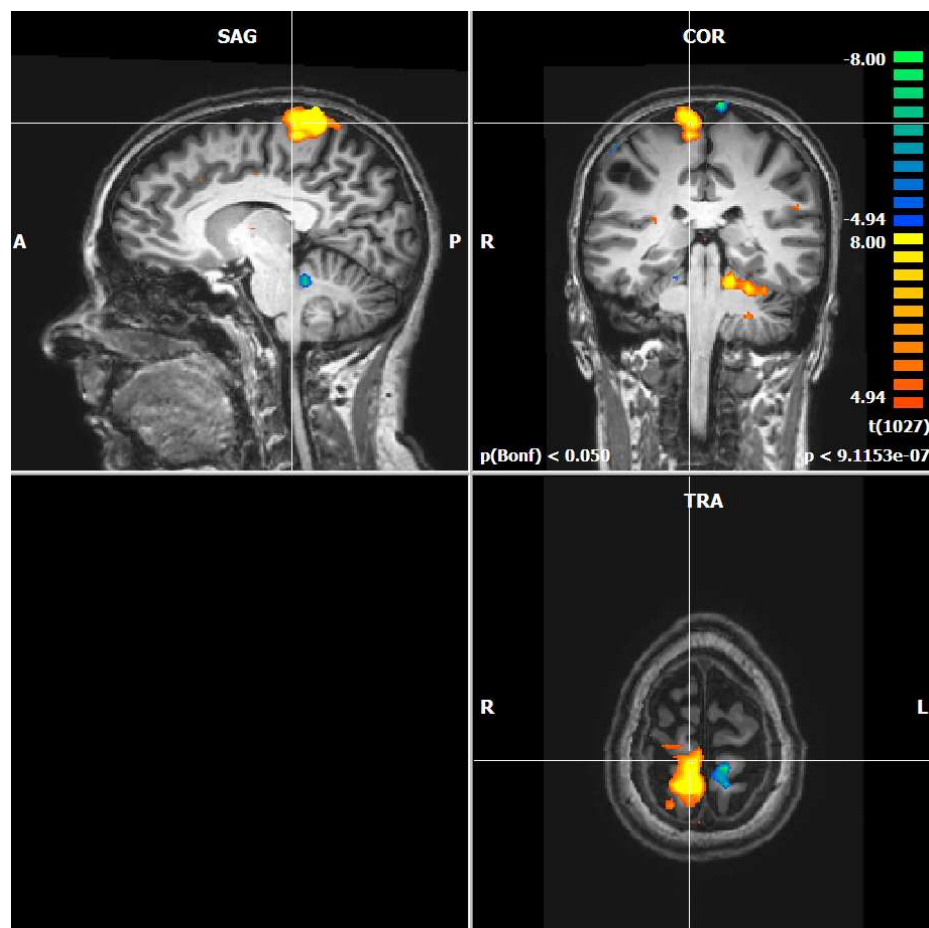
Ujjmozgatás (narancsos árnyalatok: bal kéz, zöldekes árnyalatok jobb kéz)

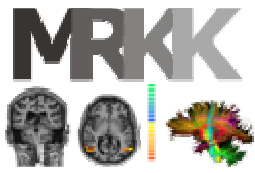




Példa 3

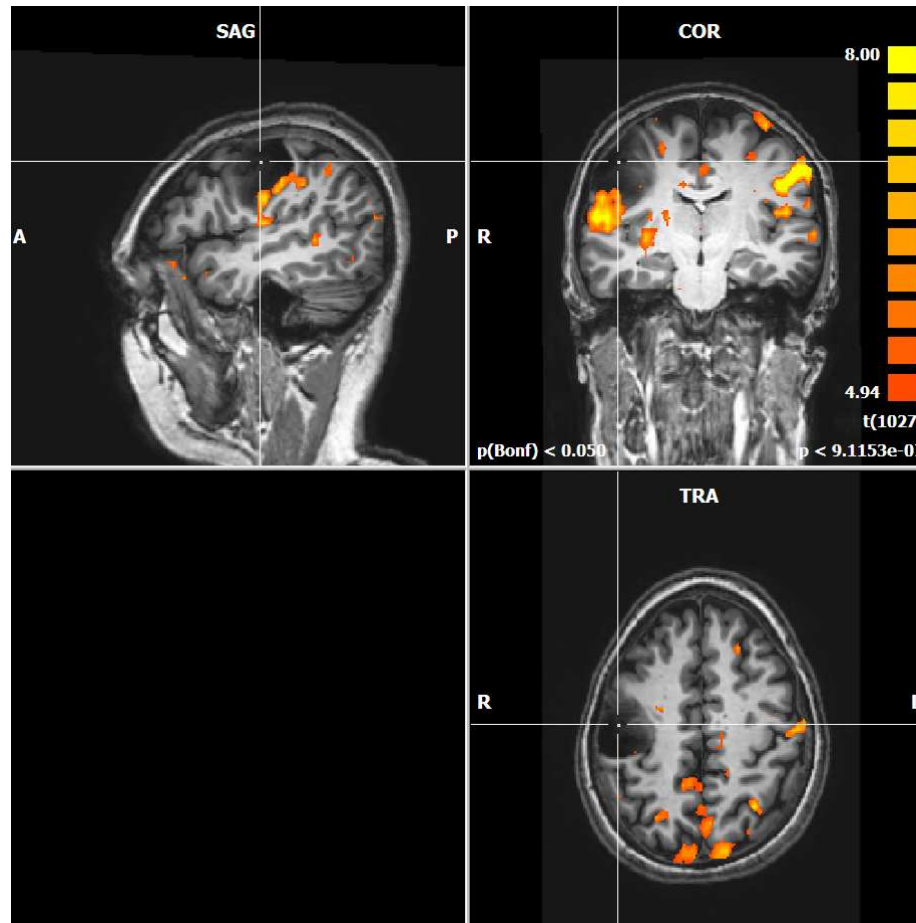
Lábfej mozgása (narancsos árnyalatok: bal láb, zölde árnyalatok jobb láb)

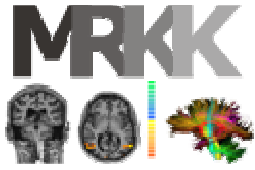




Példa 3

Nyelvöltögetés

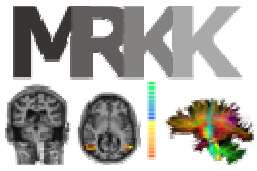




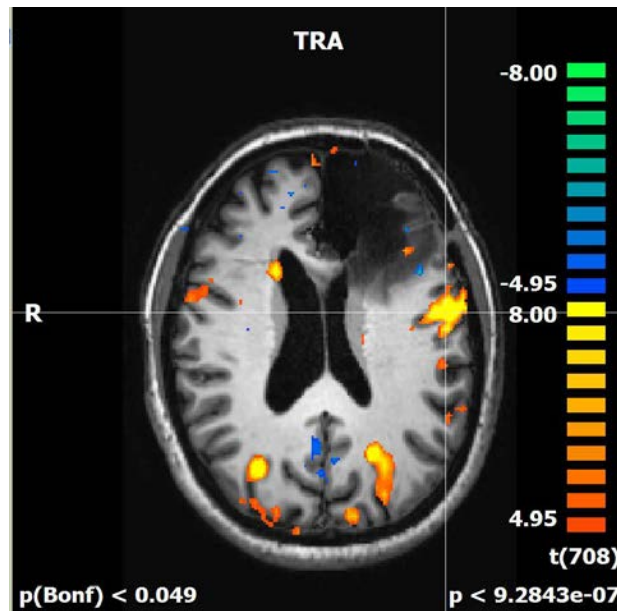
fMRI a klinikumban

Az aktív paradigmákhoz jó kooperáció szükséges

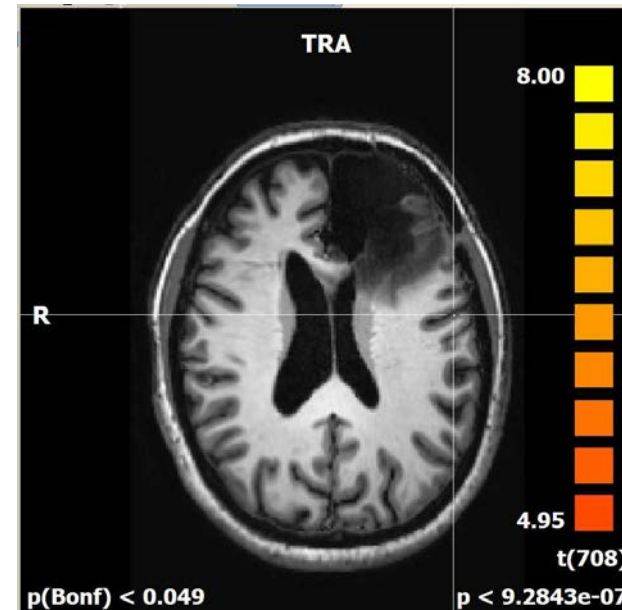
- nyugtalanság gondot jelenthet
- mozgás gondot jelenthet (ha az elmozdulás nagyobb, mint egy voxel a mozgáskorrekció nem működik megbízhatóan)
- figyelem fenntartása gondot jelenthet



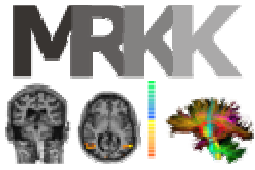
Kooperáció fontossága



Szóképzés

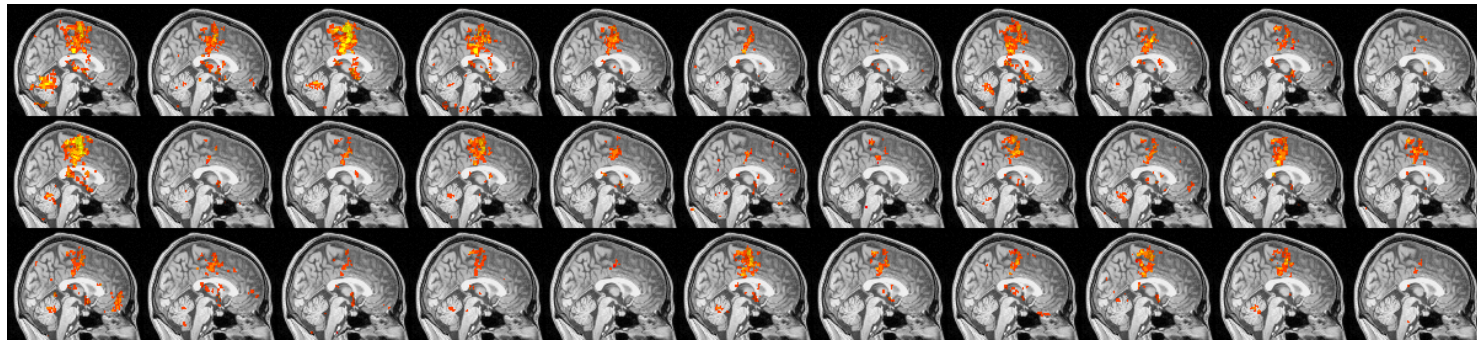


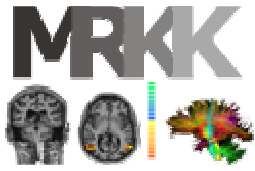
Képmegnevezés



Az fMRI egyéb limitációi

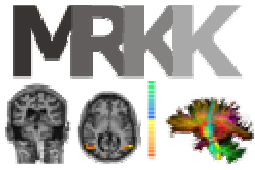
- Noha a BOLD válasz lefutása nagyjából azonos a primer szenzoros területeken
Boynton et al., J Neurosci, 1996; Josephs et al., HBM, 1997, Zarahn et al., NeuroImage, 1997
- a görbe alakja az agy különböző területein eltérő
Schacter et al., NeuroImage, 1997
- és az egyes alanyok között is vannak jelentős eltérések.
Aguirre et al., NeuroImage, 1998
- Ráadásul azonos alanyban is nagyban függ az aktivitás a pillanatnyi állapottól.
McGonigle et al., NeuroImage, 2002
- Míg a kutatások során általában csoport-aktivációkból számítunk eredményeket, a klinikai gyakorlatban egyénenként kell az adatokat feldolgozni.





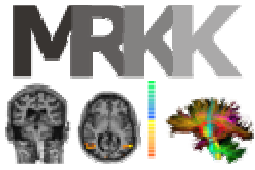
Az fMRI térképezéssel kapcsolatos megjegyzések

- A nyelvi területek elhelyezkedése és kiterjedése nagyon variábilis
Binder et al., J Neurosci 1997
Stippich et al., Neurosci Lett, 2003
- Az aktivitásminta és a lateralizáció feladatfüggő
Carpentier et al., Epilepsia, 2001
Baciu et al., Neuroradiol 2005
- Az aktivációs minták korrall is változnak
Rotte et al., Age and Ageing, 2005
- Az aktivációs görbe alakját a környezet is befolyásolja
nagy gliomák csökkenti az aktivitást az esetek 53%-ban
Grummich et al., NeuroImage, 2006



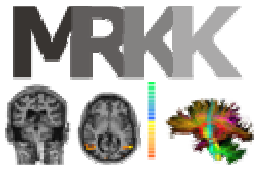
Összefoglalás I.

- Az fMRI vizsgálat során a vér oxigenációját mérjük *non-invazív* módon a teljes agytérfogatban, ebből következtünk a lezajló idegi aktivitásokra
- A módszer térbeli felbontása mm-es, időbeli felbontása másodperces nagyságrendű.



Összefoglalás II.

- Az fMRI vizsgálat hasznos diagnosztikus eszköz, azonban figyelembe kell venni:
 - A felbontásbeli korlátokat
 - A kooperáció fontosságát
 - Az MR készülék jelentette kötöttséget
- Az eljárás műtét előtti tervezésben lokalizációra alkalmas, de a műtét közbeni direkt mikrostimulációt nem helyettesíti
- A módszer ezen felül alkalmas krónikus betegségek követésére, ill. a közeli jövőben a gyógyszeres terápia hatásainak monitorozására is.



Köszönöm a figyelmet

o lkozak@mrkk.sote.hu