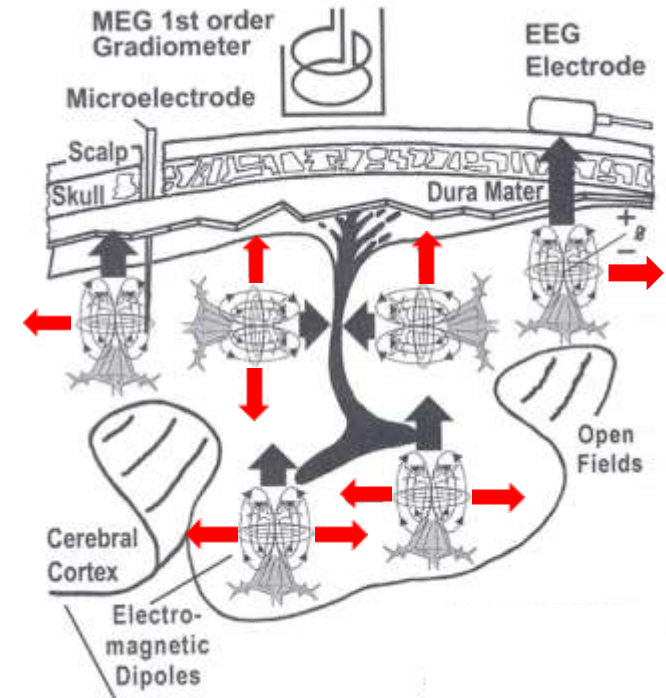
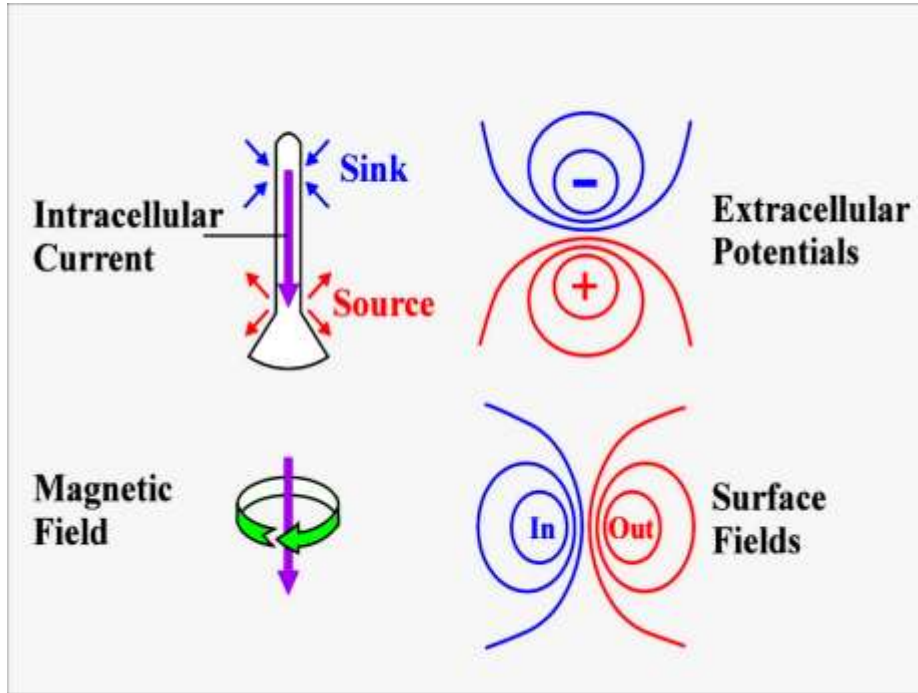


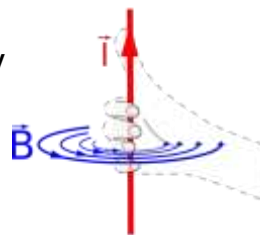
MAGNETOENKEFALOGRÁFIA
(Magnetoencephalography)
MEG

MÁGNESES ÉS ELEKTROMOS MEZŐK VISZONYA



Az agykérgi piramisisejtek dendritjén végződő izgalmi szinapszisok hatására (sink) a dendrit kis ellenállású intracelluláris terében pA nagyságú áram folyhat, amely diffúz source-on keresztül az extracelluláris térben záródó áramkört alkot. A kialakuló extracelluláris potenciálmező összegeződik a nyílt potenciálmezőben (open field).

A dendritben folyó áram a jobbkéz szabály értelmében mágneses teret hoz létre, amely a potenciál térre merőleges irányú.



Az agykéreg gyrusainak tetején, a koponyafelszínre merőlegesen elhelyezkedő piramisisejtek *radiális dipólt* alkotnak, míg a sulcusokban lévő, az koponyafelszínnel párhuzamosan elhelyezkedő piramisisejtek *tangenciális dipólt* képeznek. Az EEG elsősorban a radiális dipólok jeleit érzékeli, a MEG pedig a tangenciális dipólok jeleit.

MÁGNESES TÉRERŐK

KÖRNYEZETI ZAJOK

FÖLD (ÁLLANDÓ)

VÁROSI ZAJ

AUTÓ (50 m)

CSAVARHÚZÓ (5 m)

CMOS IC (2 m)

Tesla
 10^{-4}

10^{-5}

10^{-6} μT

10^{-7}

10^{-8}

10^{-9} nT

10^{-10}

10^{-11}

10^{-12} pT

10^{-13}

10^{-14}

10^{-15} fT

BIOMÁGNESES JELEK

Az agyi bioelektromos jelek 10-1.000 femtotesla nagyságúak. Ezért mérésük speciális módszereket igényel.

RÉSZECSKÉK ATÜDŐBEN

EMBERI SZÍV

HARÁNTCSIKOLT IZOM
MAGZATI SZÍV

EMBERI SZEM (ÁLLANDÓ)

EMBERI AGY (ALFA)

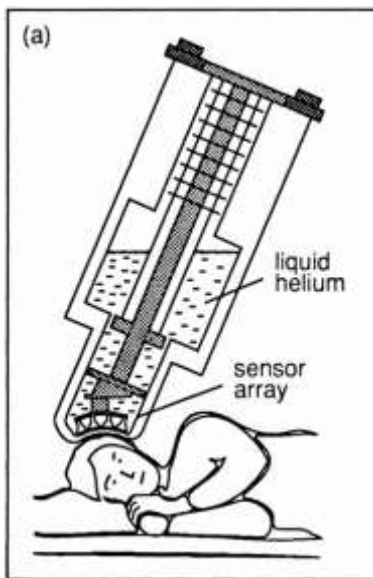
AGYI KIVÁLTOTT VÁLASZ

SQUID ZAJ

} **AGYI AKTIVITÁS**

A MAGNETOENKEFALOGRÁFIA ALAPJAI

- 1962 Brian-David Josephson angol fizikus PhD hallgatóként felfedezte a mágneses szupervezetés alagút effektusát. 1973-ban fizikai Nobel díjat kapott érte.
- 1965 Robert Jaklevic, John J. Lambe, Arnold Silver, and James Edward Zimmerman a Ford Laborban kidolgozta a SQUID-et (Superconducting QUantum Interference Device).
- 1968 David Cohen amerikai fizikus először vezetett el zajos agyi mágneses jeleket.
- 1972 David Cohen először vezet el SQUID alkalmazásával értékelhető agyi mágneses jeleket.
- 1992 122 csatornás magnetoencefalográf a Helsinkii Műszaki Egyetemen (Neuromag)
- 1998 306 csatornás NEUROMAG magnetoencefalográf
- Az agyi mágneses jelek mérésének nehézsége, hogy a jeleket érzékelő SQUID az abszolút 0 fok (-273 C°) közelében, -269 fokon működik. Ezért a detektorok nagy tartályban vannak elhelyezve amelyben folyékony hélium biztosítja a hőmérsékletet.



A KÜLÖNBÖZŐ ÉRZÉKELŐK JELLEMZŐI

Az érzékelő tekercs fluxus változása a primer tekercsben áramot kelt → a SQUID-ben Josephson hatás feszültséget indukál → ezt a feszültséget a feedback tekercsben keletkezett feedback áram kioltja → a feedback jel amplitúdója az érzékelő fluxus változásával arányos mérték.

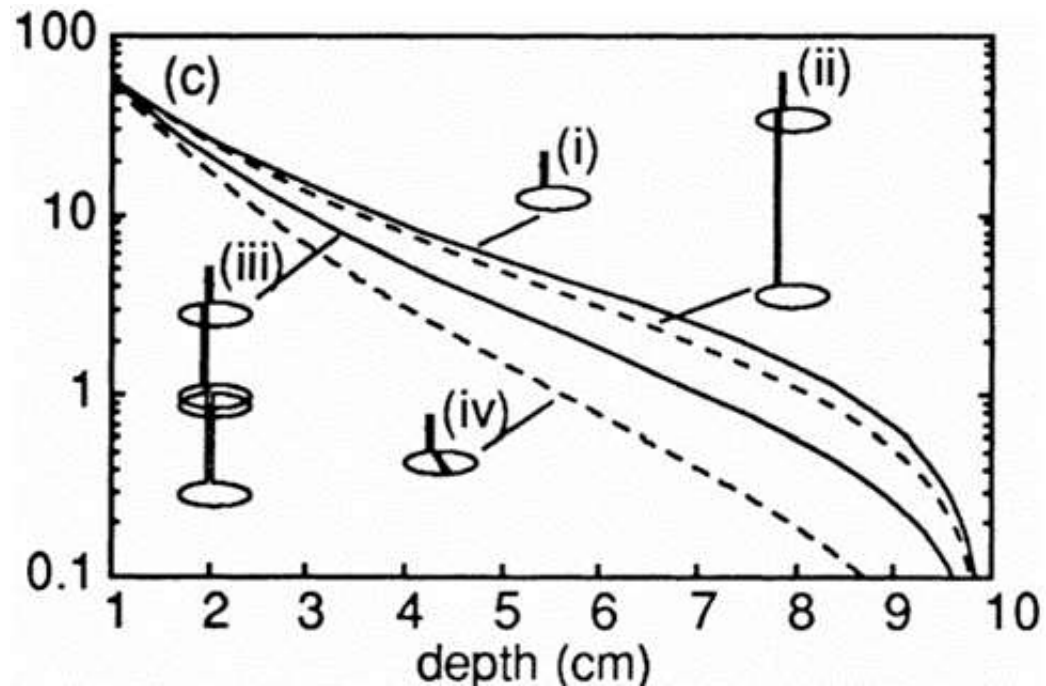
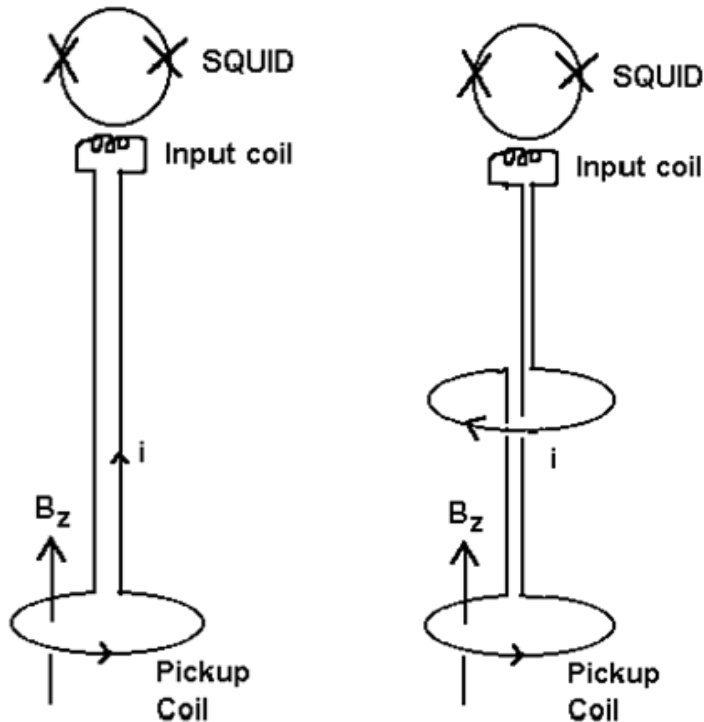
MAGNETOMÉTER

A mágneses fluxust egy tekercssel méri

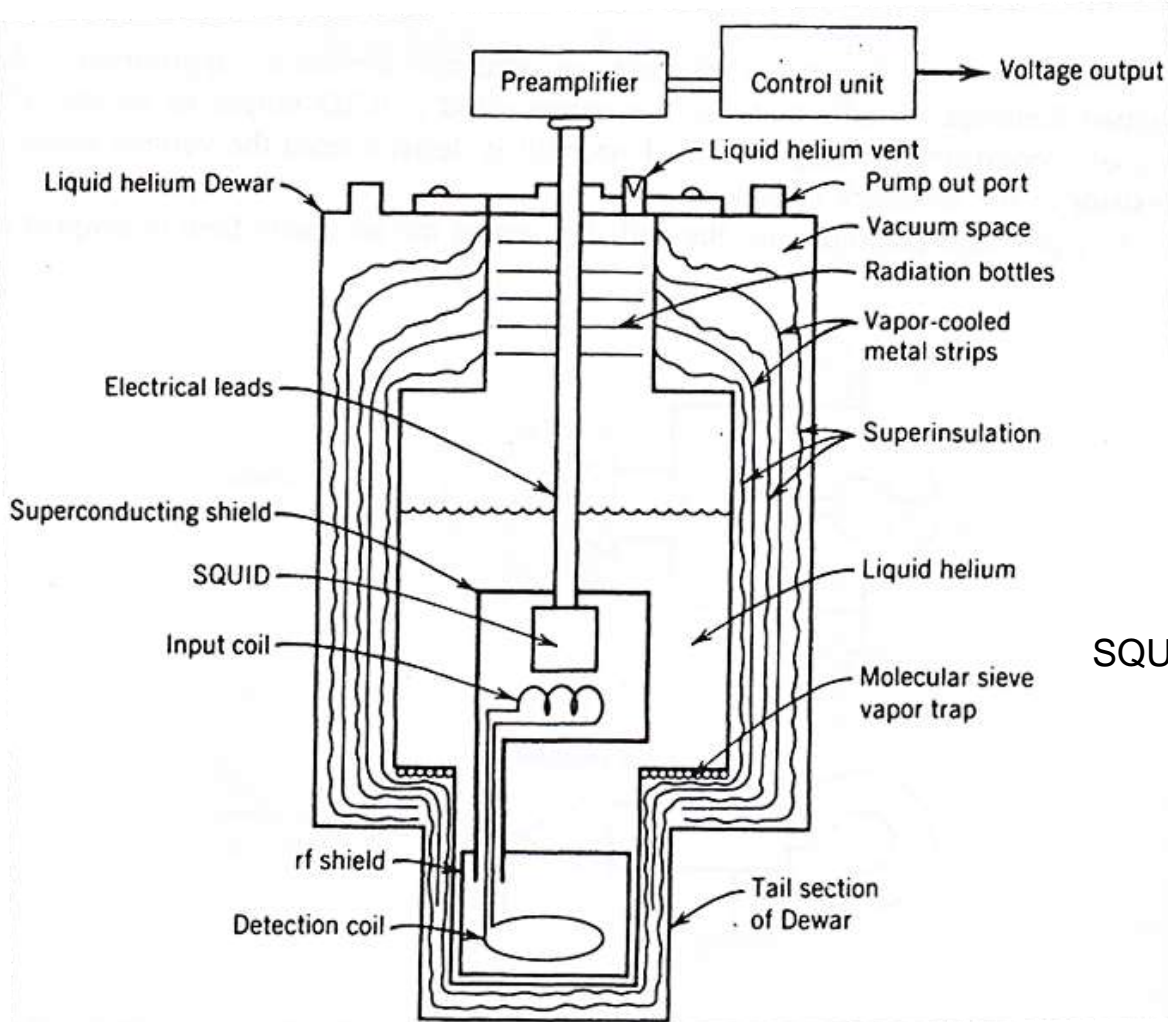
GRADIOMÉTER

A mágneses fluxus különbségét méri a tér két pontja között (1, 2, vagy 3. rendű)

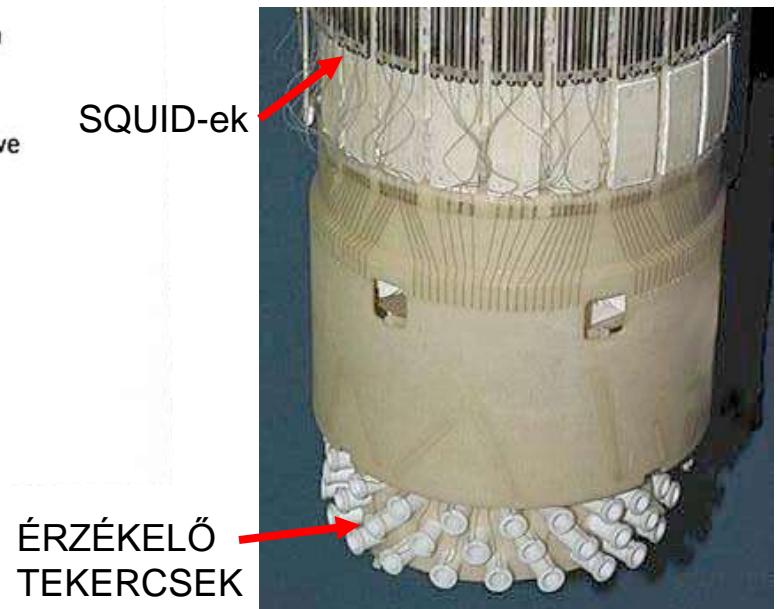
A jel nagysága (önkéntes egységekben) az áram dipóltól különböző távolságban, az egyes érzékelőknél: i: magnetométer, ii: elsőfokú axiális gradiométer, iii: másodfokú axiális gradiométer, iv: nyolccas alakú planáris gradiométer



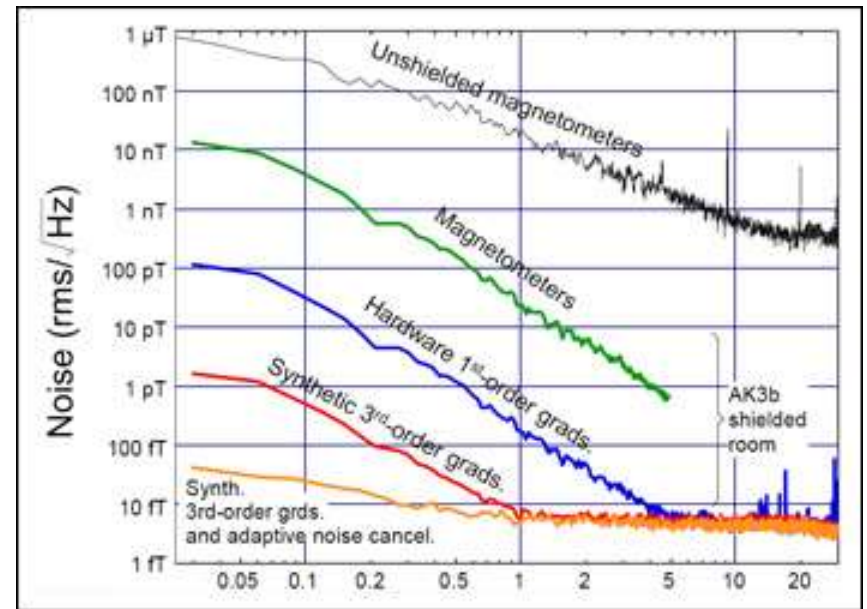
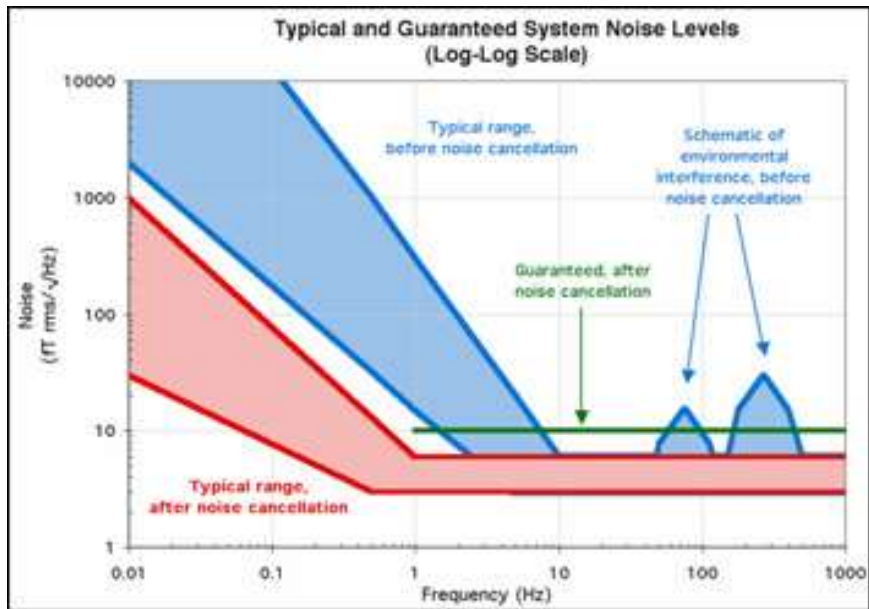
AZ AGYI MÁGNESES JELEK MÉRÉSÉRE ALKALMAZOTT MÉRÉSI RENDSZER FELÉPÍTÉSE



A mérőrendszert tartalmazó tartály (Dewar) elektromágnesesen és termálisan szigetelt. A folyékony héliumban vannak az érzékelők és a SQUID-ek. A mért feszültség jeleket erősítés után jelenítik meg. Korszerű sokcsatornás MEG készülékben magnetómeterek és gradiómeterek egyaránt vannak (NEUROMAG).



MEG MÉRŐRENDSZEREK ZAJA



ZAJ CSÖKKENTŐ ELJÁRÁSOK HATÁSA:

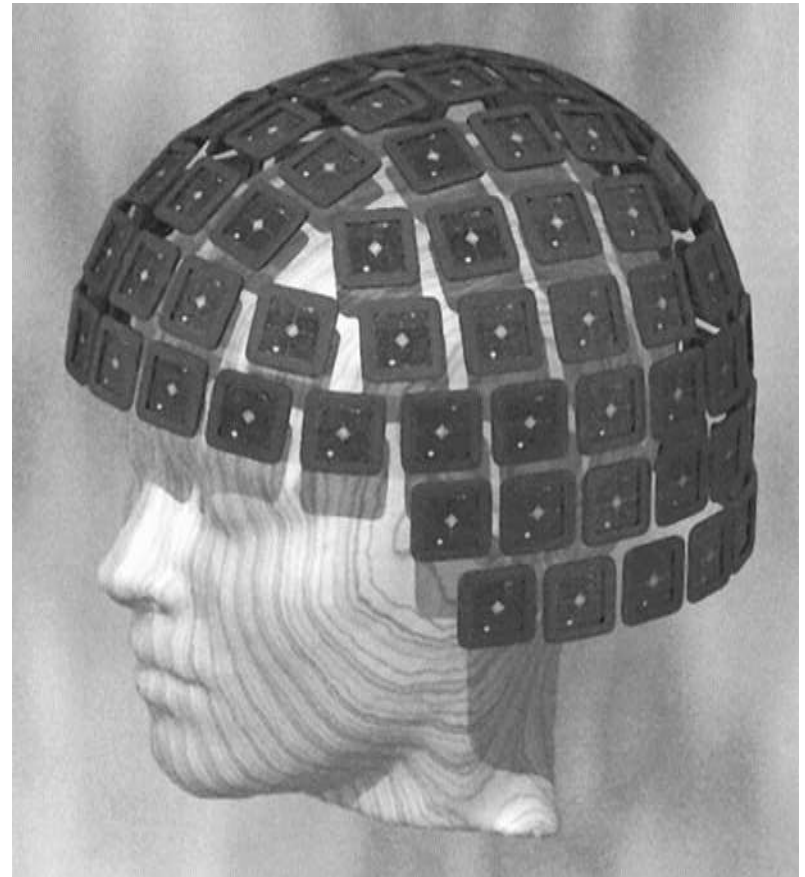
Shielding (MSR)	100.000x
Gradient formation (hardware or software)	1.000x
Active compensation	0.1x-1000x
Adaptive filtering	100x

KORSZERŰ MEG BERENDEZÉSEK ÉRZÉKELŐINEK ELRENDEZÉSE

CFT Systems Ltd MEG SQUID elrendezése



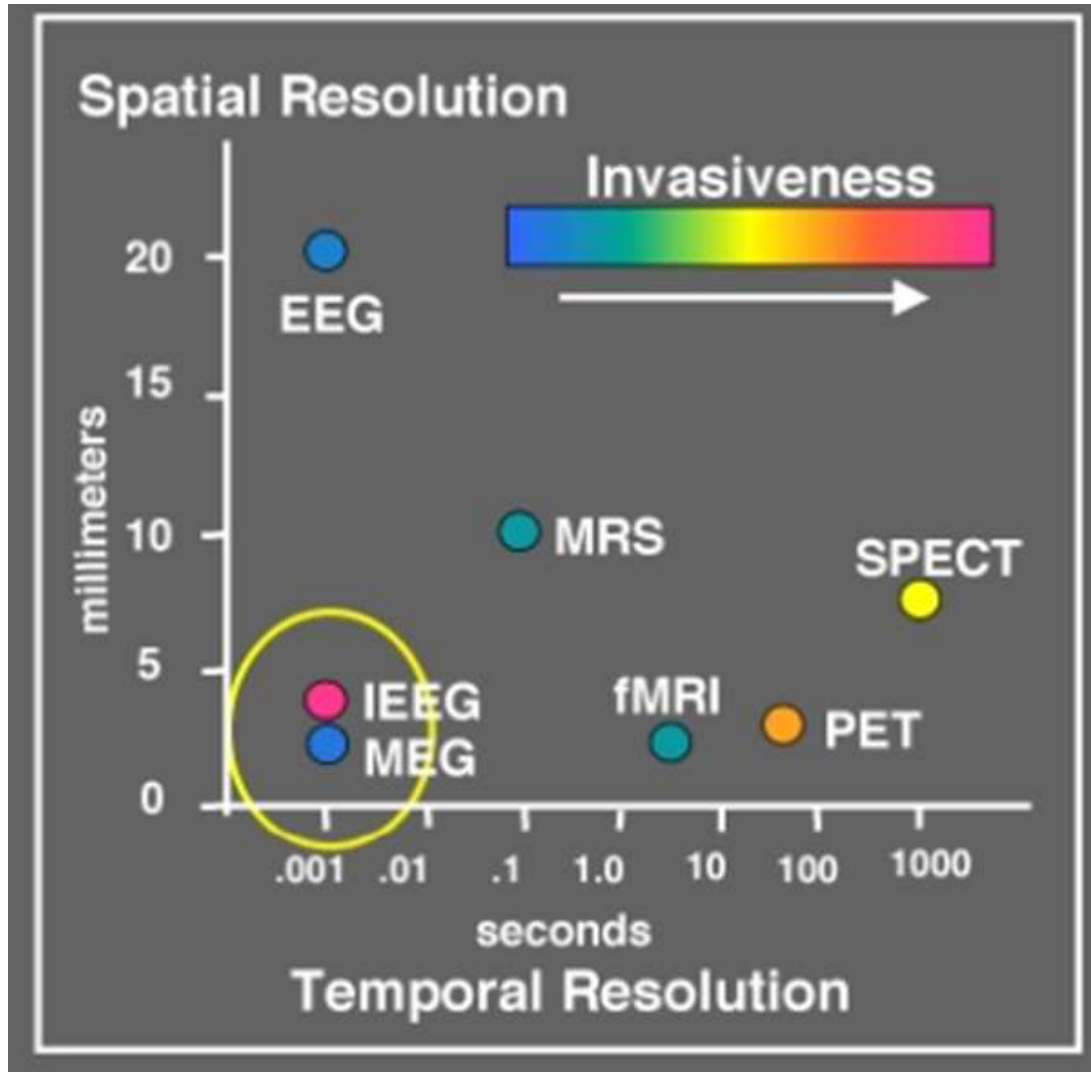
NEUROMAG 306 csatornás MEG-nél a 102 háromcsatornás érzékelő egyenként két orthogonális gradiométert és egy magnetométert tartalmaz sisakszerű elrendezésben



MÁGNESESEN ÁRNYÉKOLT VIZSGÁLÓHELYISÉG

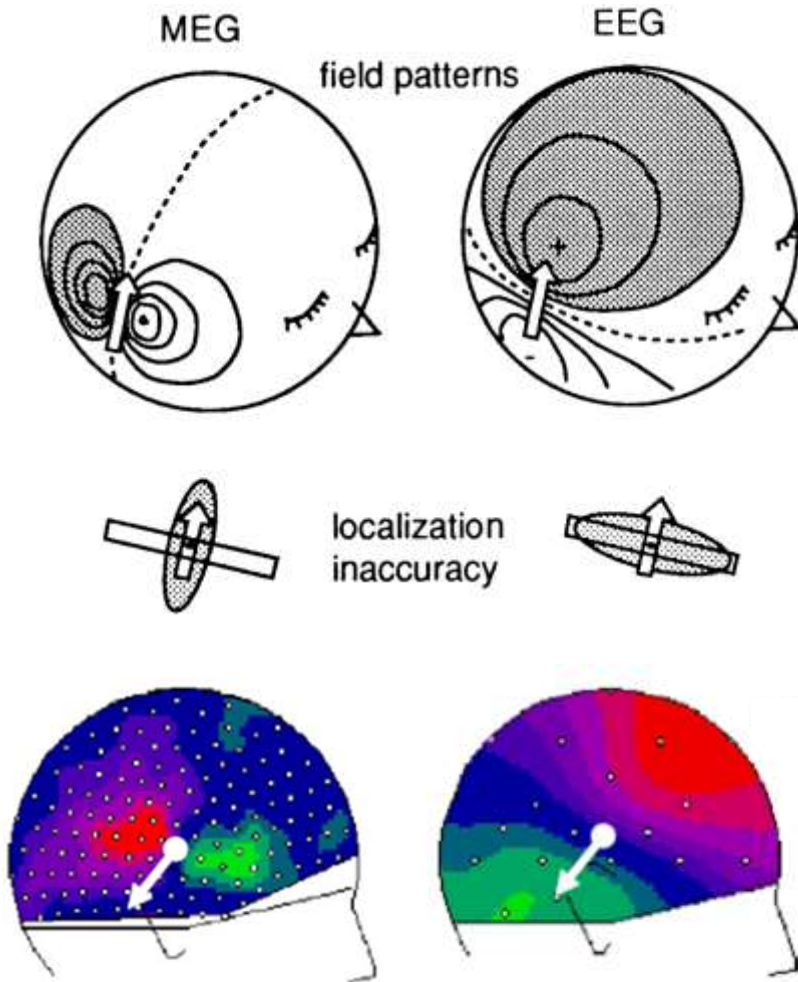


A MEG ÉS AZ EEG ÖSSZEHAISONLÍTÁSA



Az EEG és a MEG idői felbontó képessége nagyjából azonos. A téri felbontó képesség esetében a skalpról készített EEG sokkal pontatlanabb, mint a MEG, amely felbontóképessége megegyezik az agy felszínéről készített EEG (ECoG) téri felbontóképességével.

AZ ELEKTROMÁGNBESZES MEZŐK AGYKÉRGI GENERÁTORAI



Szomatikus kiváltott válasz generátorát jelző tangenciális dipól (nyíl) a másodlagos szomatoszenzoros kérgen, MEG és EEG esetében. Felül a négy rétegű gömb modellen a sátrózott terület a kifelé irányuló mágneses fluxust a pozitív potenciált jelzi. Alul fejsémán ugyanez piros színnel jelölve.

Középen a sátrózott ellipszisek sematikususan mutatják a dipól lokalizáció pontatlanságát a két esetben.

MÁGNESES KIVÁLTOTT POTENCIÁLOK

AKUSZTIKUS

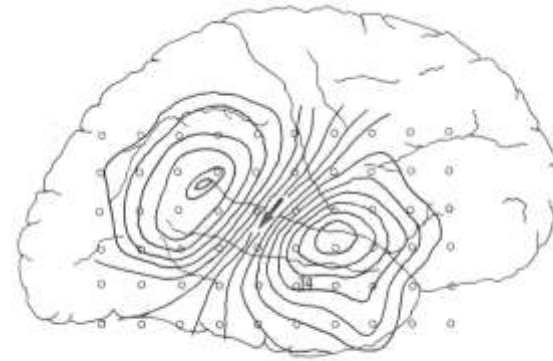
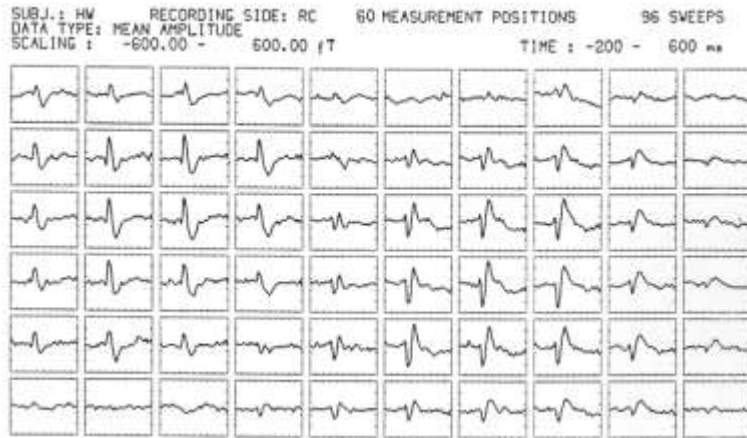
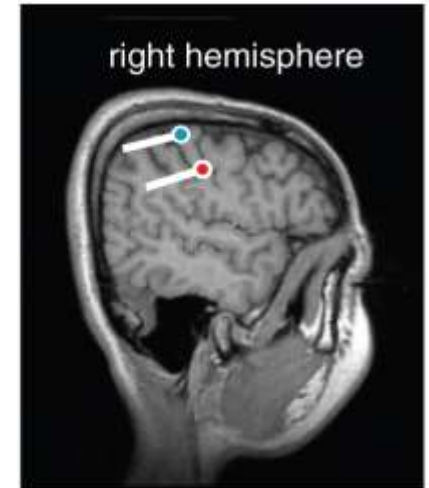
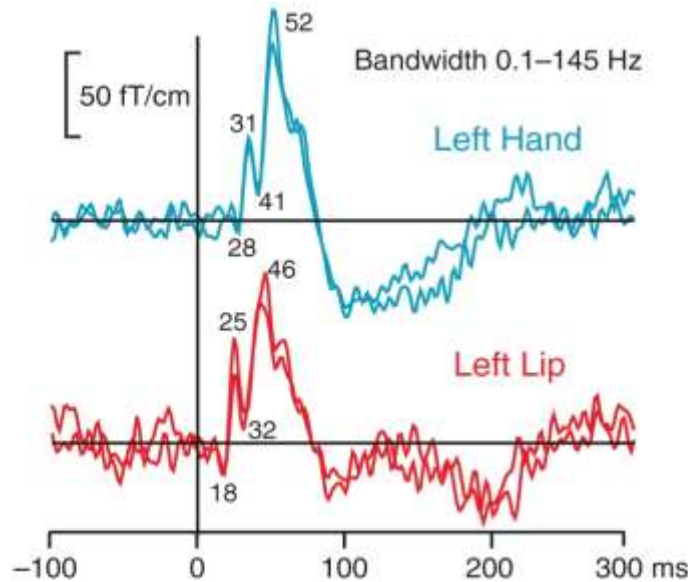
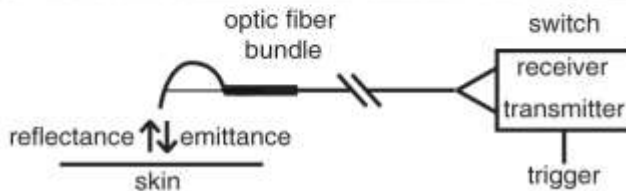


Fig. 1. Top: synopsis of averaged response wave forms measured from 60 positions over the right cerebral hemisphere (stimulus frequency 1000 Hz). Bottom: distribution of the auditory evoked field at that instant of time when wave M100 assumes its maximum, projected onto the rough outline of the approlateral surface of the brain. Circles: measurement positions; arrow: calculated position and direction of the ECD (taken from Hoke 1988).

SZOMATOSZENZOROS



CSEENDBEN OLVASOTT SZAVAK FELDOLGOZÁSI FÁZISAI

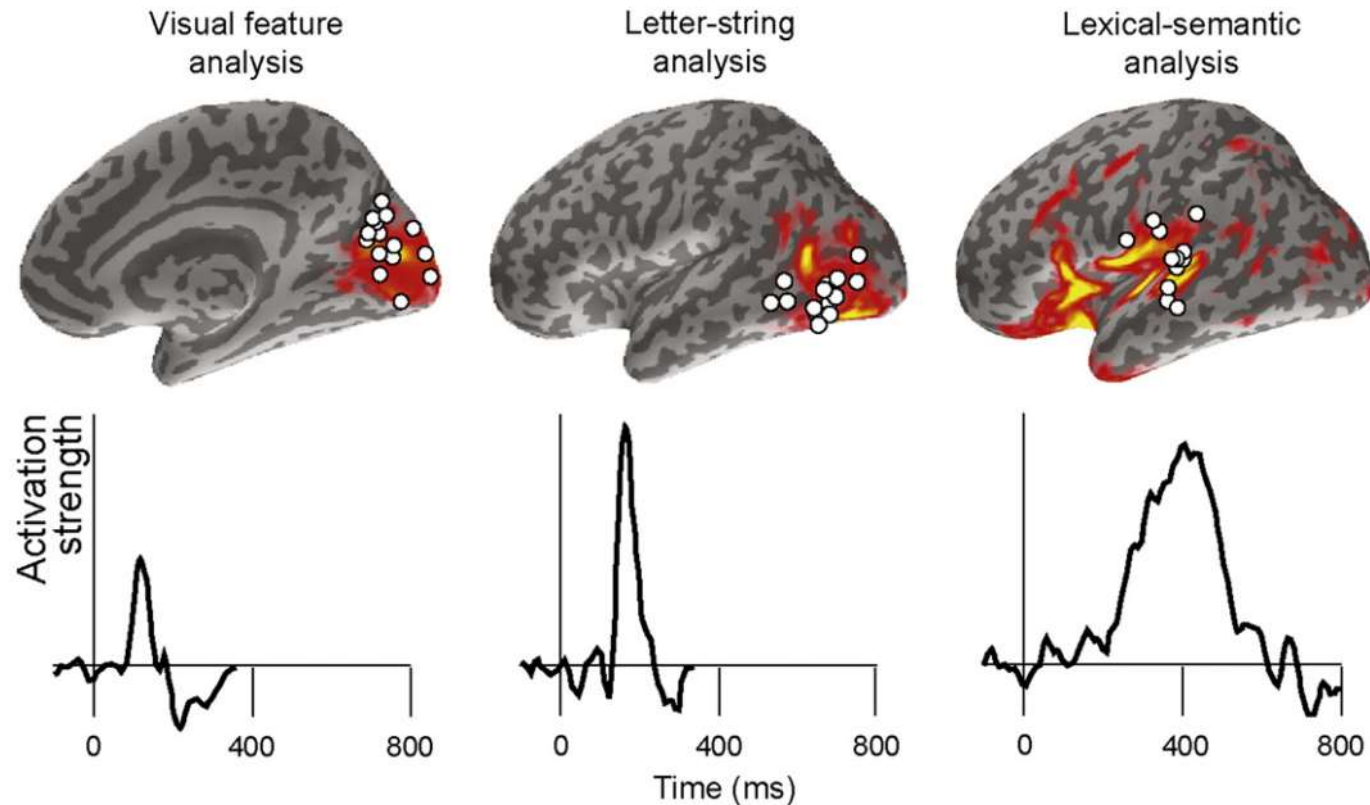
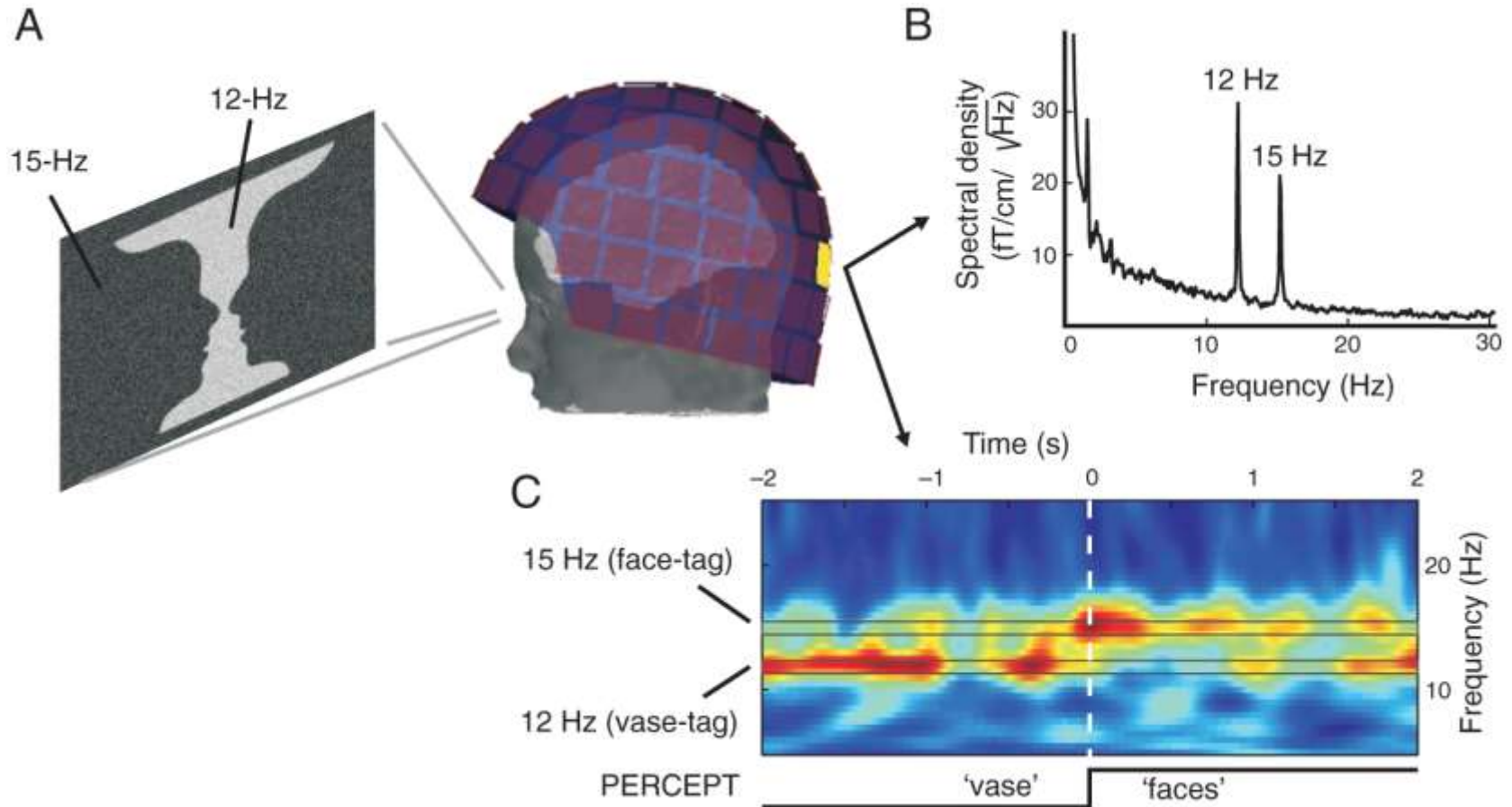


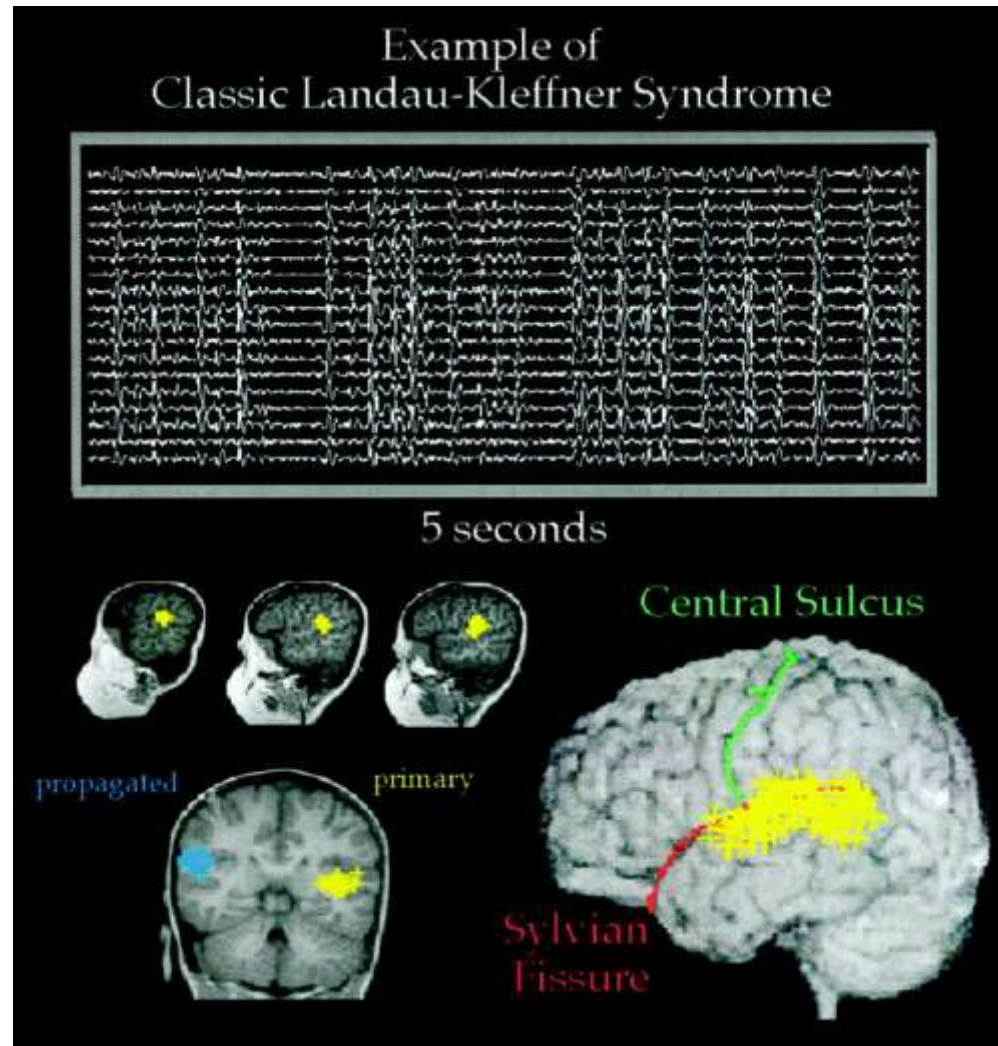
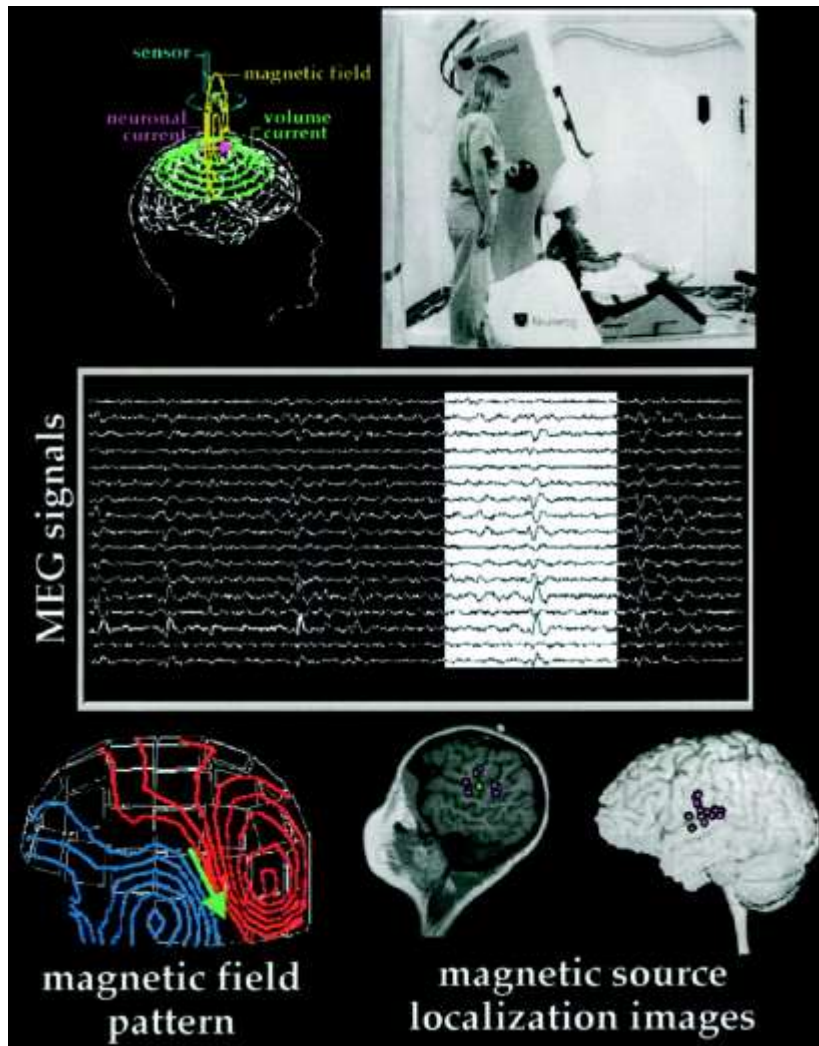
Fig. 2. Cortical dynamics of silent reading. The colored patches represent the group-level anatomically constrained MNE model and the dots individual ECD models. The curves display the mean time course of activation per area. Activation advances from visual feature analysis in the occipital midline (~100 ms) to letter-string analysis in the left inferior occipitotemporal cortex (~150 ms) and further to activation of the left superior temporal cortex, reflecting lexical-semantic processing (and also phonological and syntactic processing). Modified from Salmelin et al. (2000a) and Vartiainen et al. (2011).

PERCEPTUÁLIS VÁLTÁS MEG VIZSGÁLATA



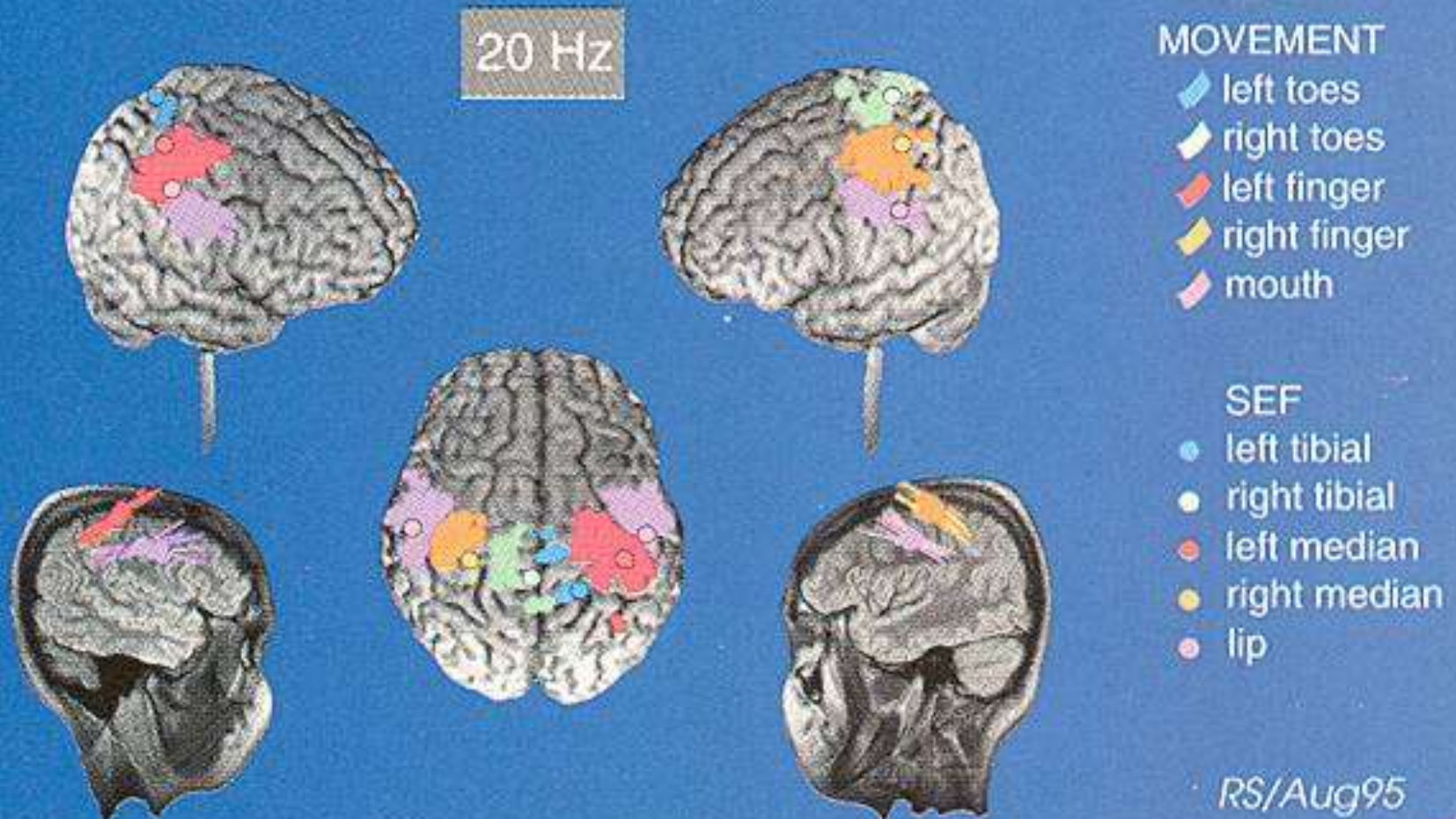
An example of frequency tagging. (A) The Rubins vase/face figure used as the stimulus. Dynamical noise was superimposed to the image and updated at 12 Hz in the vase area and at 15 Hz in the face areas. (B) Frequency spectrum from one occipital magnetoencephalogram (MEG) channel, based on 10-minute recording. (C) Time–frequency representation of MEG activity computed time-locked to the change in percept, indicated by button press. (Adapted from Parkkonen L, Andersson J, Hämäläinen M, et al. Early visual areas reflect the percept of an ambiguous scene. Proc Nat Acad Sci USA. 2008;105:20500–20504.)

EPILEPSZIÁS AKTIVITÁS LOKALIZÁLÁSA



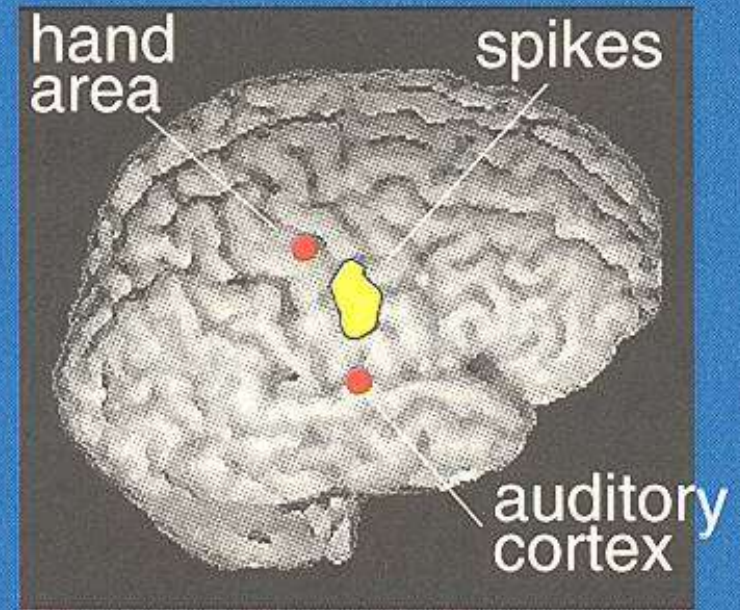
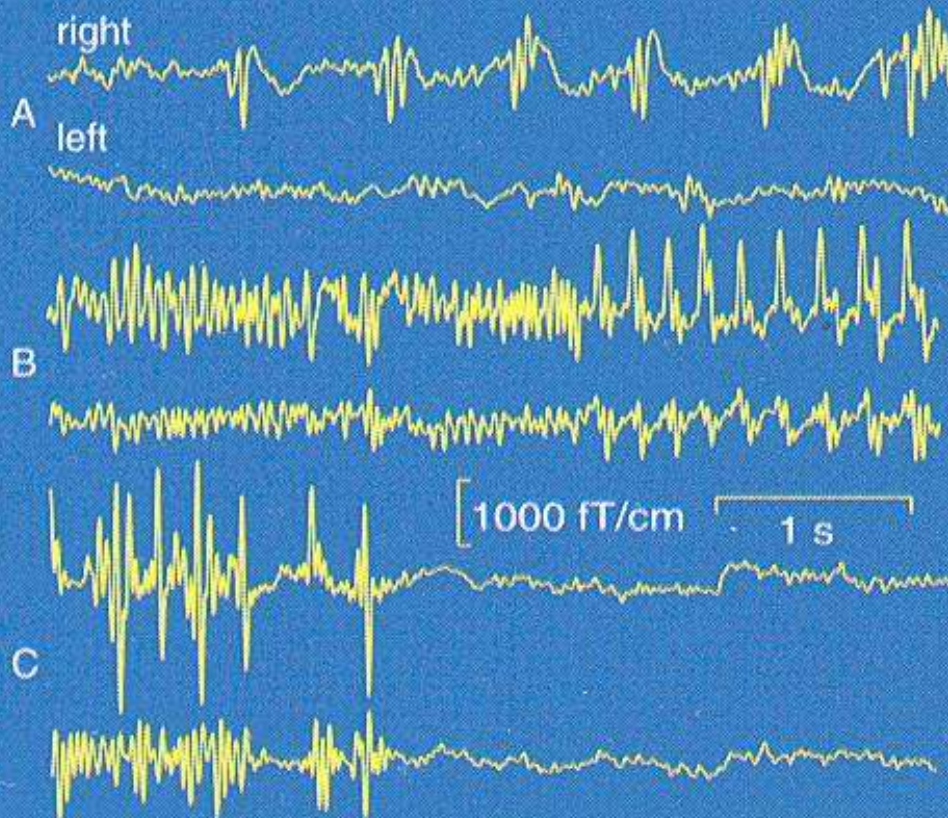
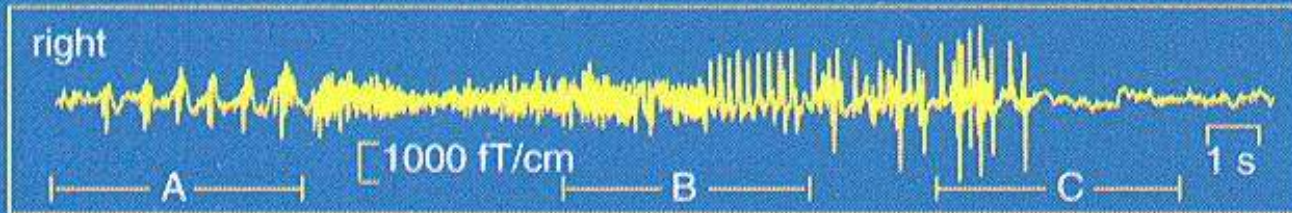
MOZGÁSHOZ TÁRSULÓ LOKÁLIS BETA RITMUS LOKALIZÁLÁSA MÁGNESES JELEKKEL

Sources of Movement-Related Cortical Rhythms

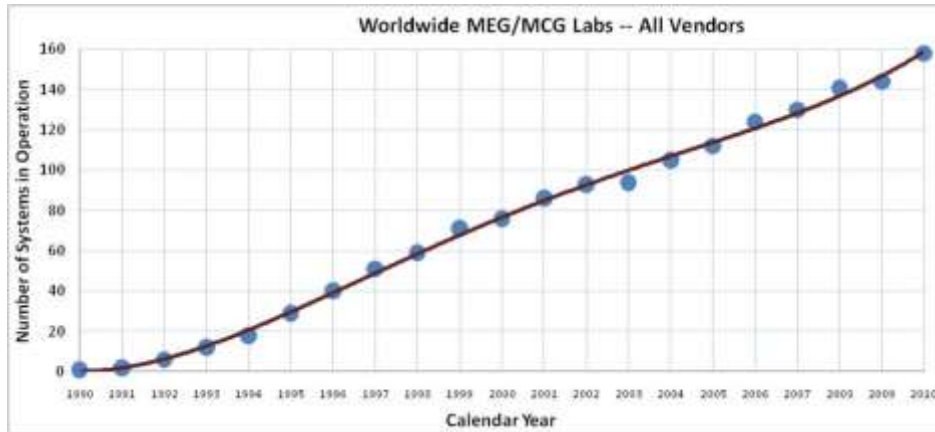


EPILEPSZIÁS ROHAM LOKALIZÁLÁSA

Triggered Hemifacial Convulsions



MEG LABORATÓRIUMOK ÉS KÖZLEMÉNYEK SZÁMÁNAK NÖVEKEDÉSE



Gyakorlati szempontok: ár

Most expensive: MEG

About \$2 million for the machine

\$1 million for magnetically shielded room

Next most expensive: PET

Next: fMRI

Cheapest: EEG

<https://owlspace-ccm.rice.edu/.../ling411-10-MEG>

Publikációk száma

