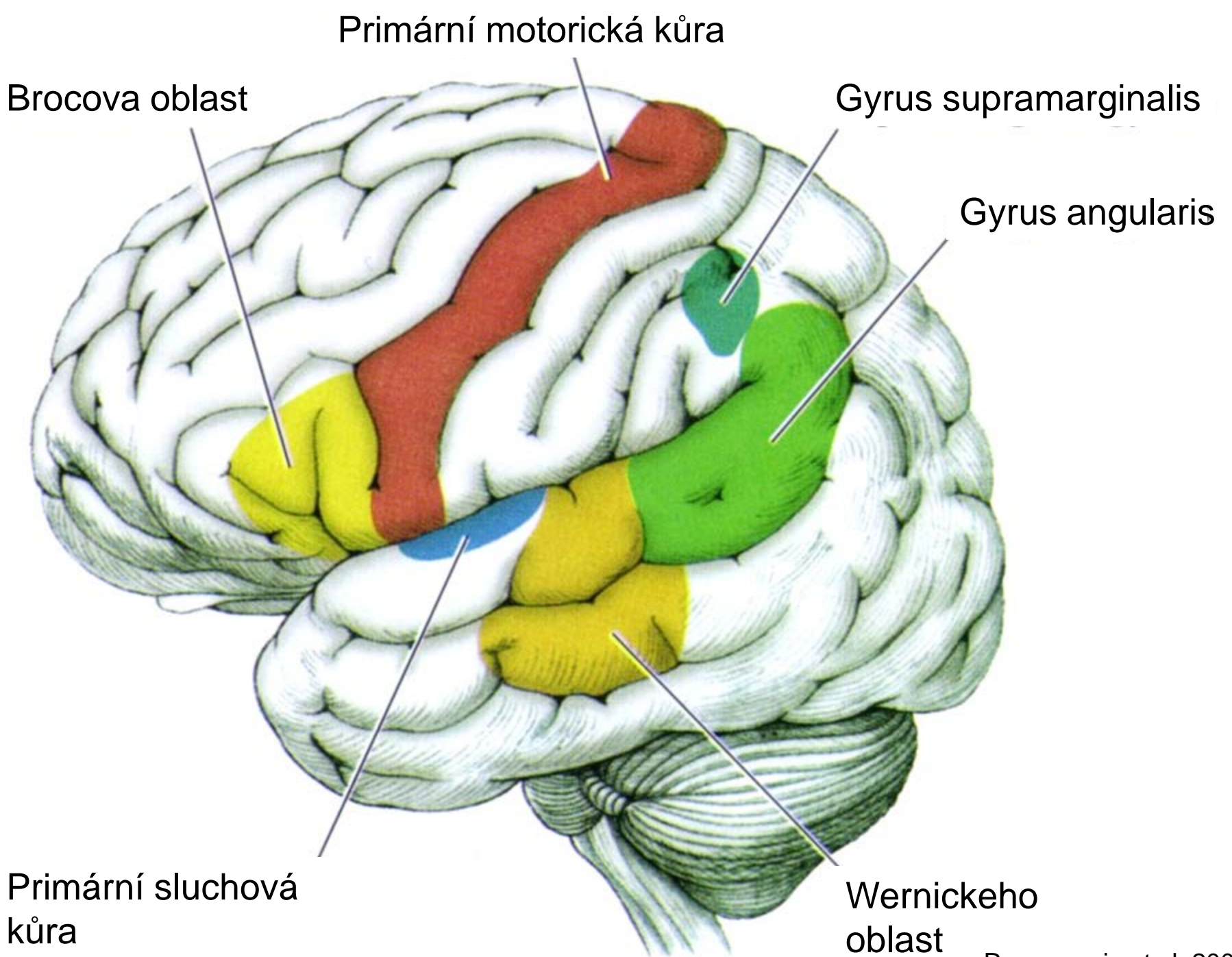
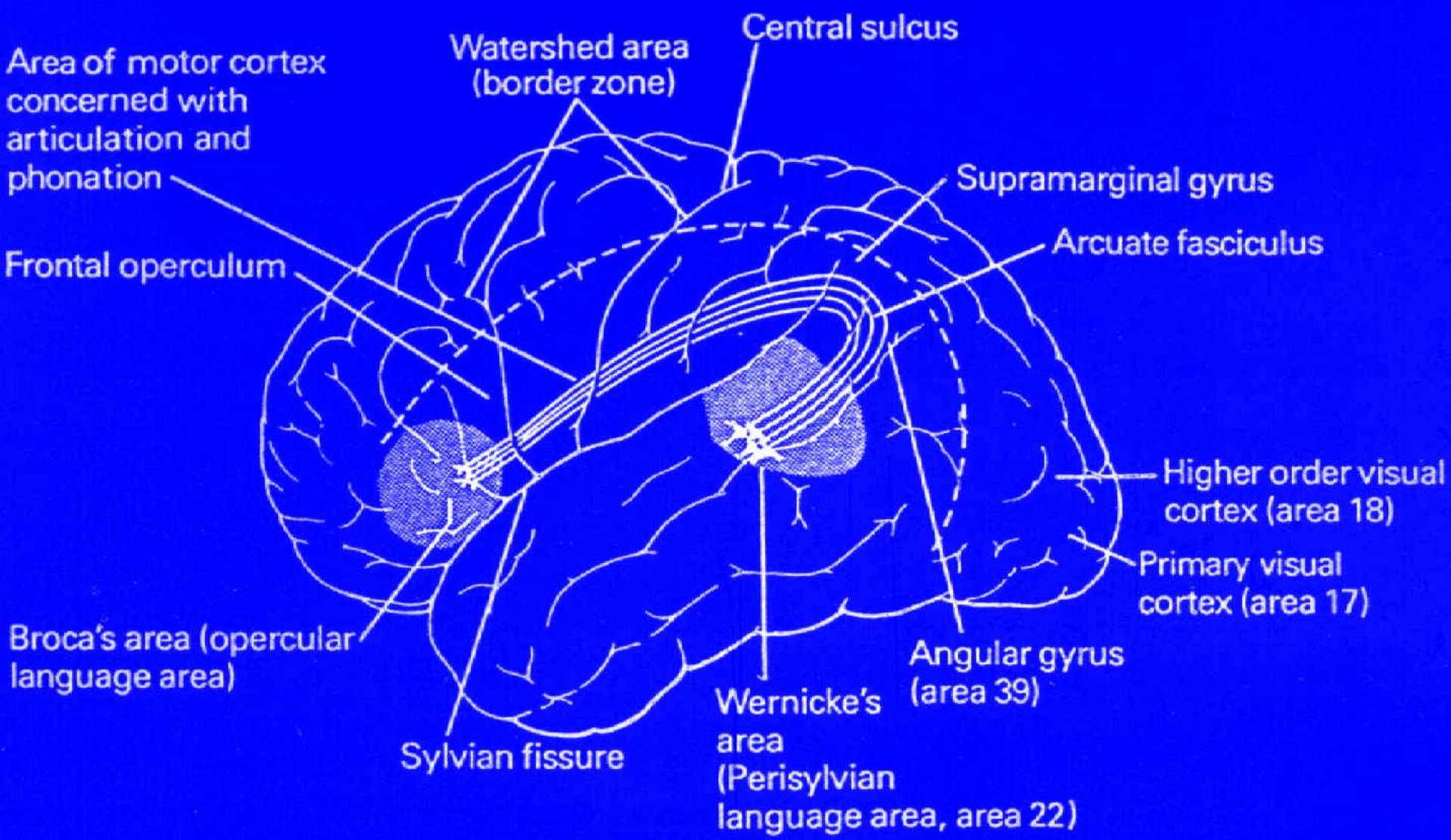
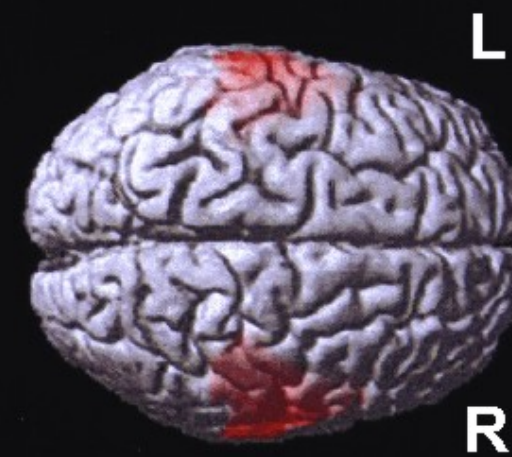
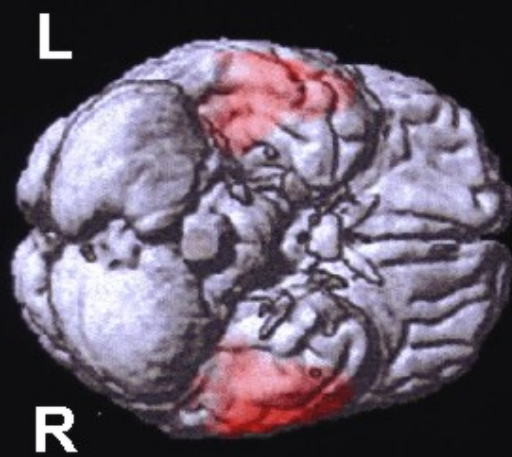
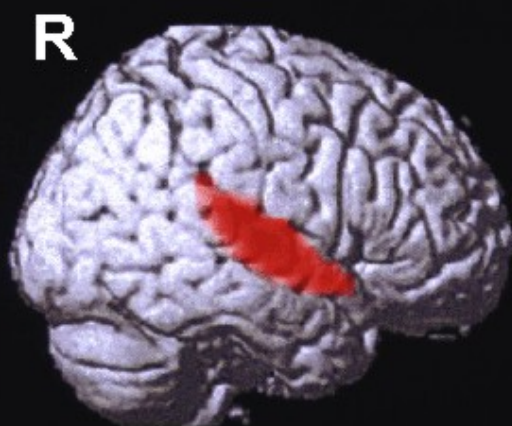
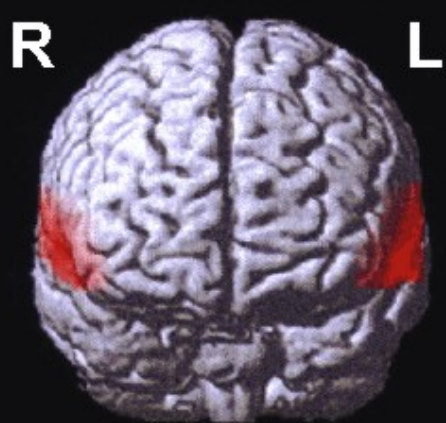


Řeč, kognitivní funkce mozku, protézování mozkových funkcí

prof. MUDr. Josef Syka, DrSc.
Ústav experimentální medicíny AVČR, Praha







music all



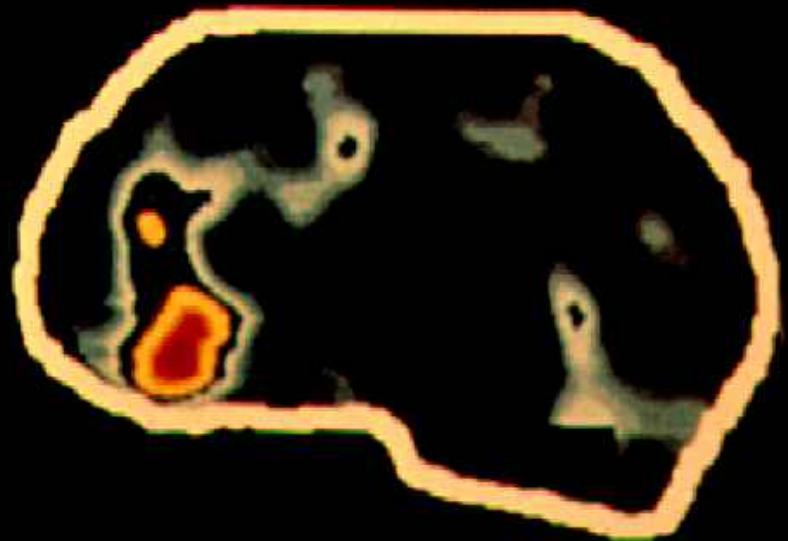
Hearing



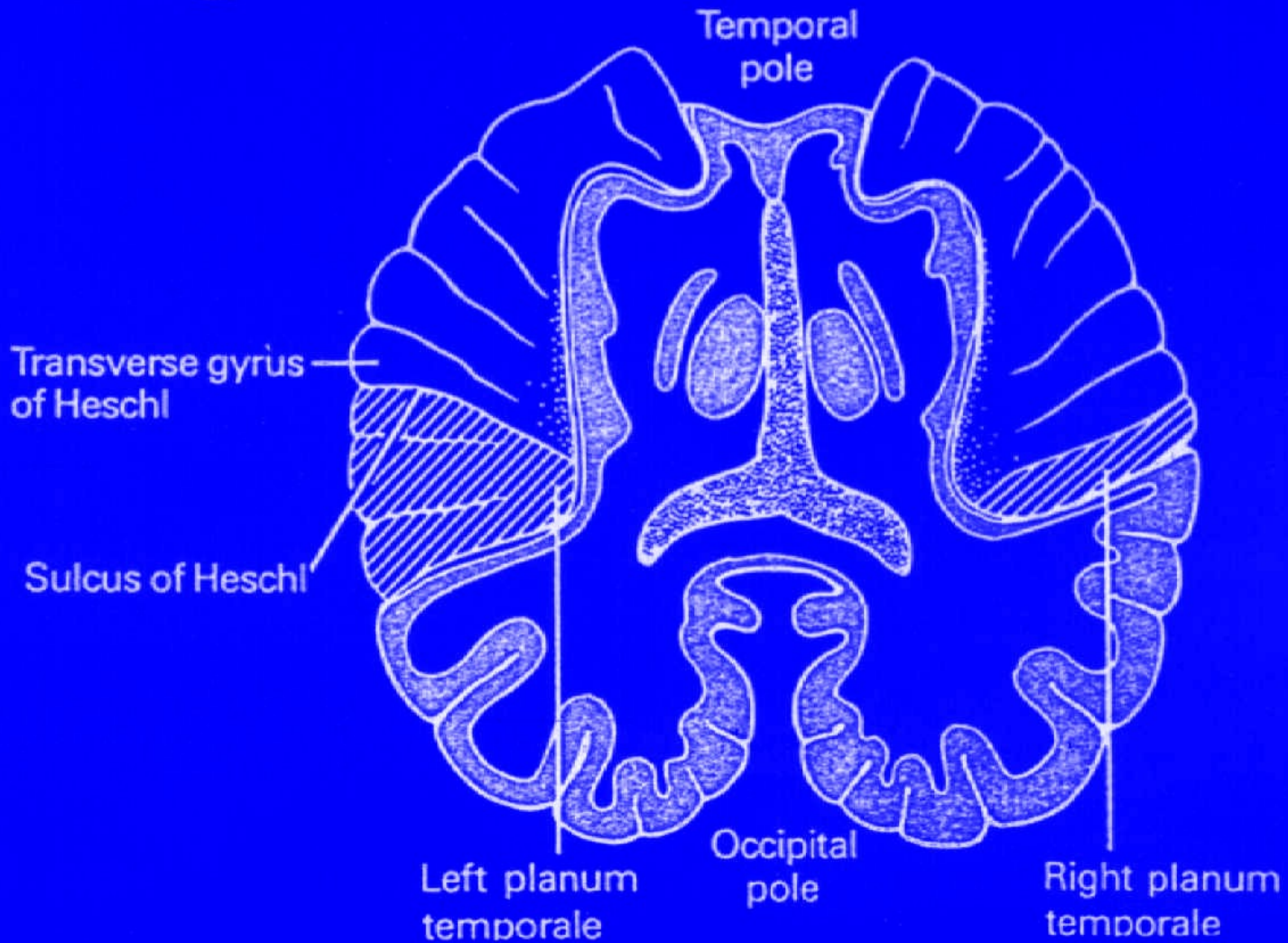
Speaking



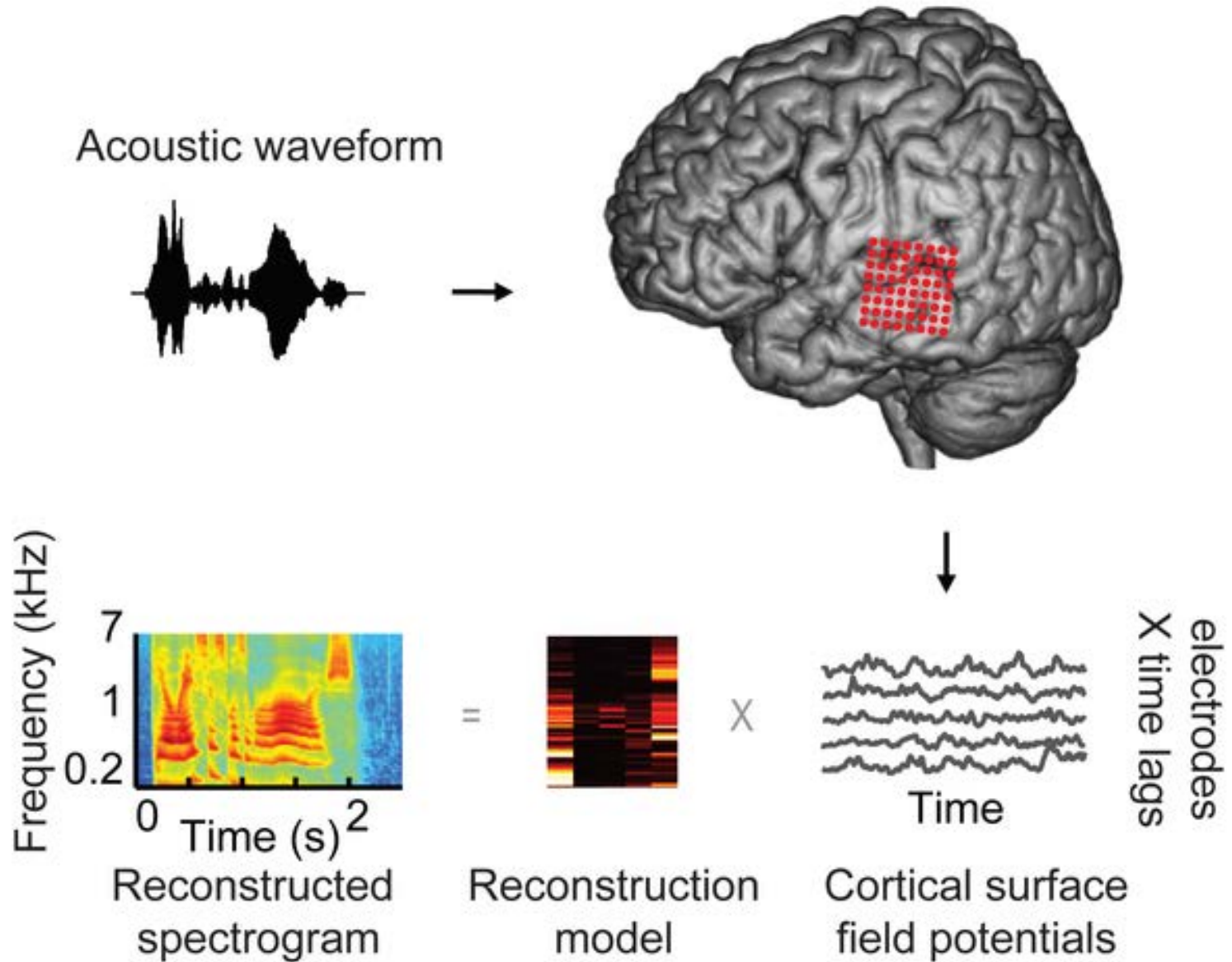
Seeing



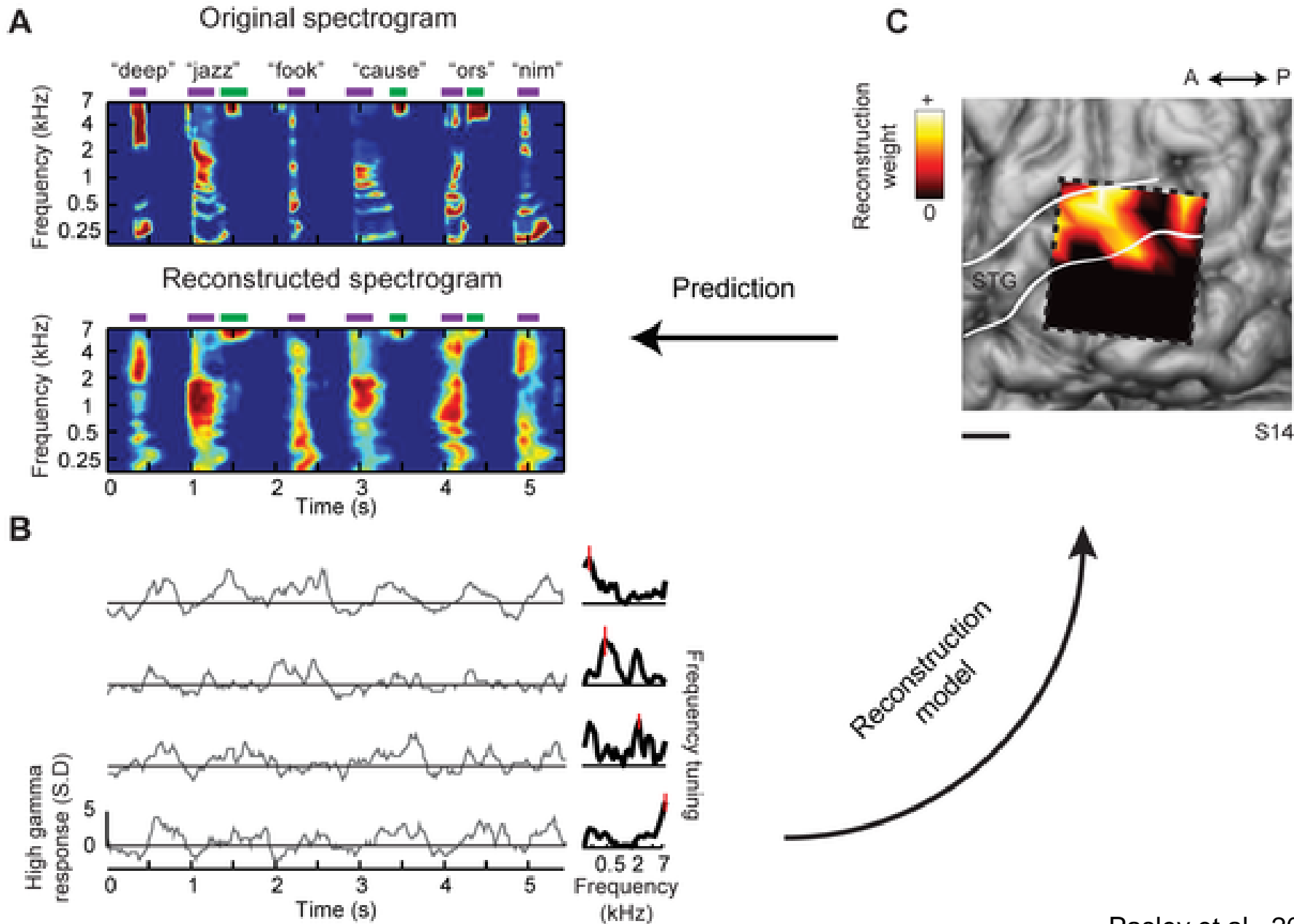
Thinking



Experiment paradigm

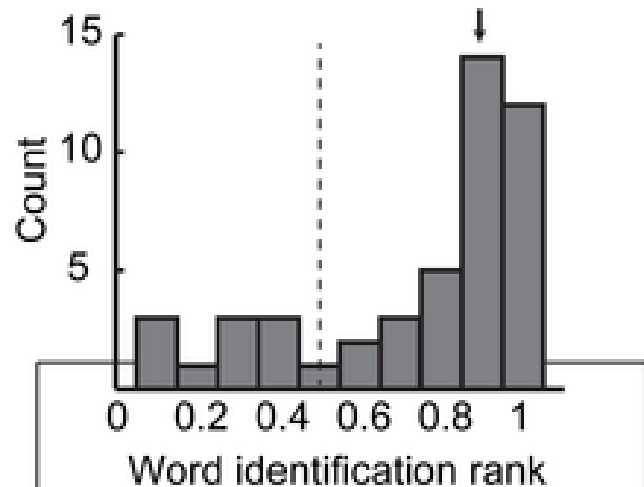


Spectrogram reconstruction

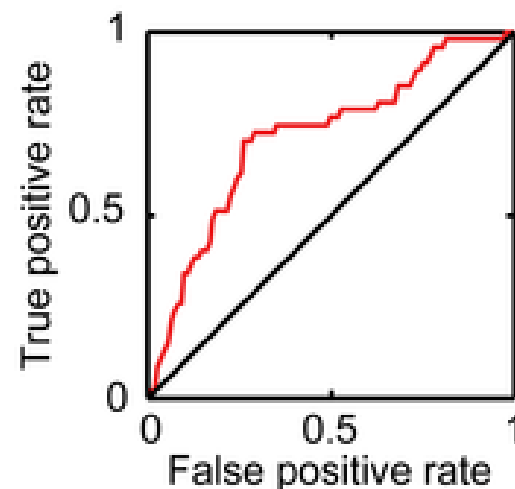


Word identification

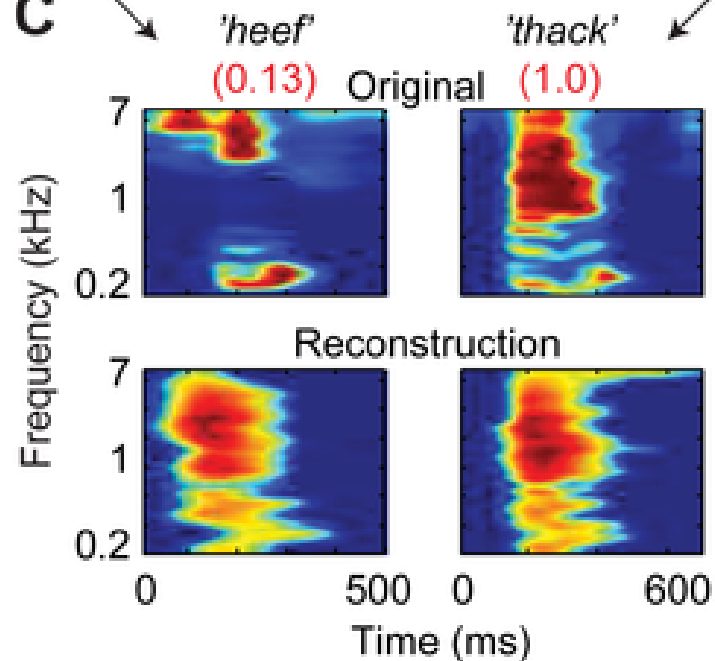
A



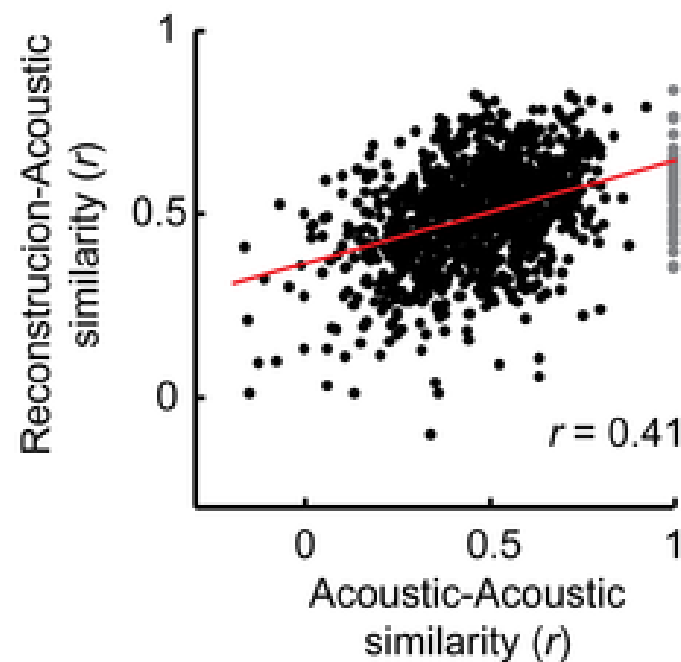
B



C



D



Centrum pro vnímání řeči ve spánkovém laloku (centrum Wernickeho, area 22) a centrum pro řízení řeči, pro vyjadřování v čelním laloku (centrum Brocovo, area 44 a 45) představují základní součásti lidské mozkové kůry, které se účastní jazykového procesu. U 95 % lidí jsou tato centra umístěna v hemisféře levé.

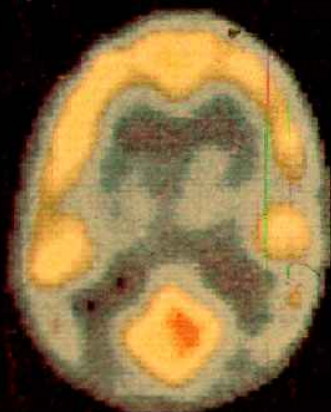
Jeich funkci lze dnes sledovat pomocí funkční magnetické rezonance (fMRI), pozitronové emisní tomografie (PET) a magnetoencefalografie.

Dominance levé hemisféry v jazykové funkci se projevuje i morfologicky, například větším rozsahem planum temporale.

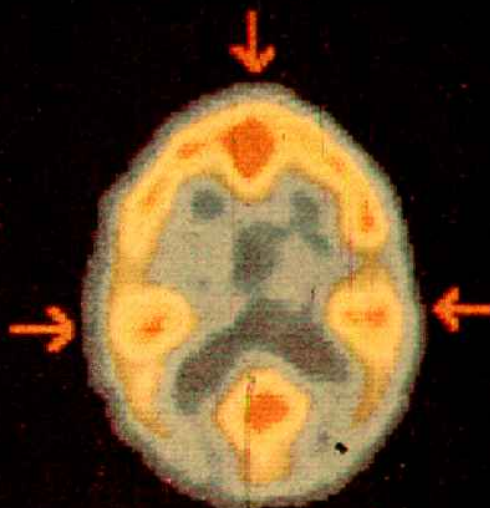
Přesnější informace o tom, jak je v mozku zpracovávána informace o řeči a jak jsou kódovány povely pro řeč lze získat záznamem z elektrod implantovaných do mozkové kůry.

Lateralizace sluchové kůry u člověka a problematika stárnutí

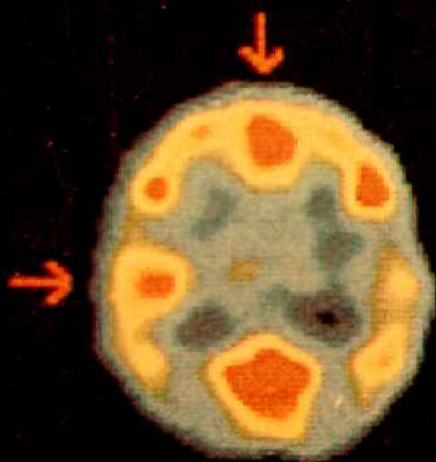
AUDITORY STIMULATION



RESTING STATE



LANGUAGE AND MUSIC



LANGUAGE



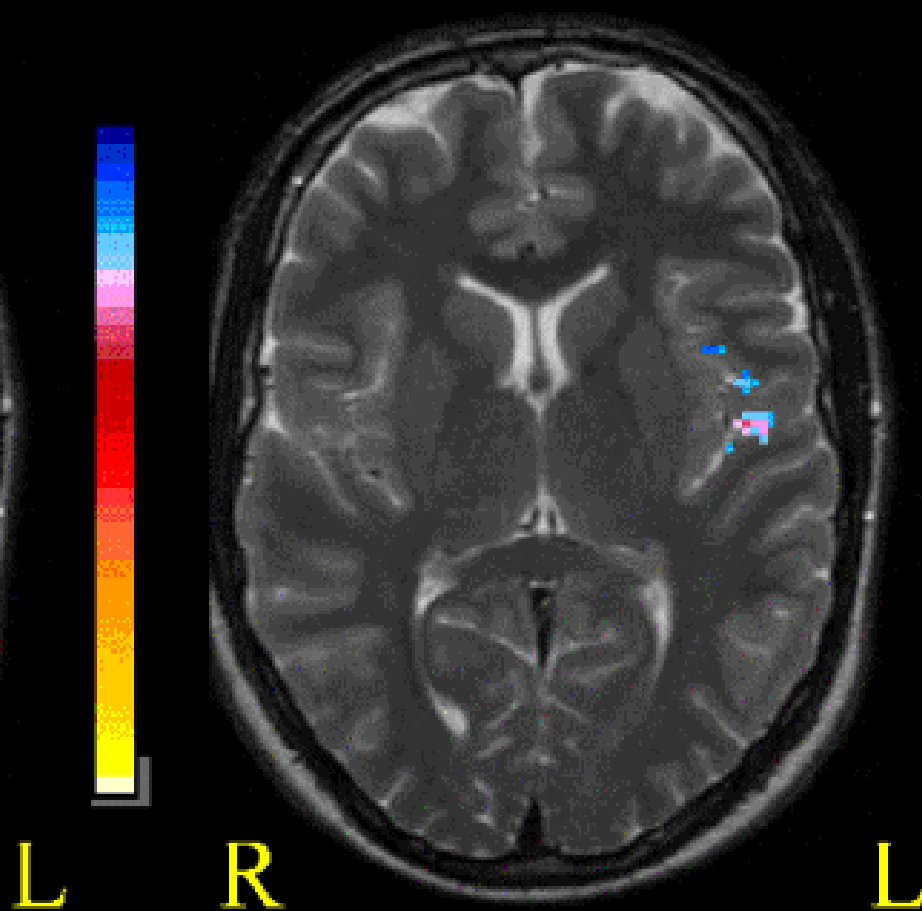
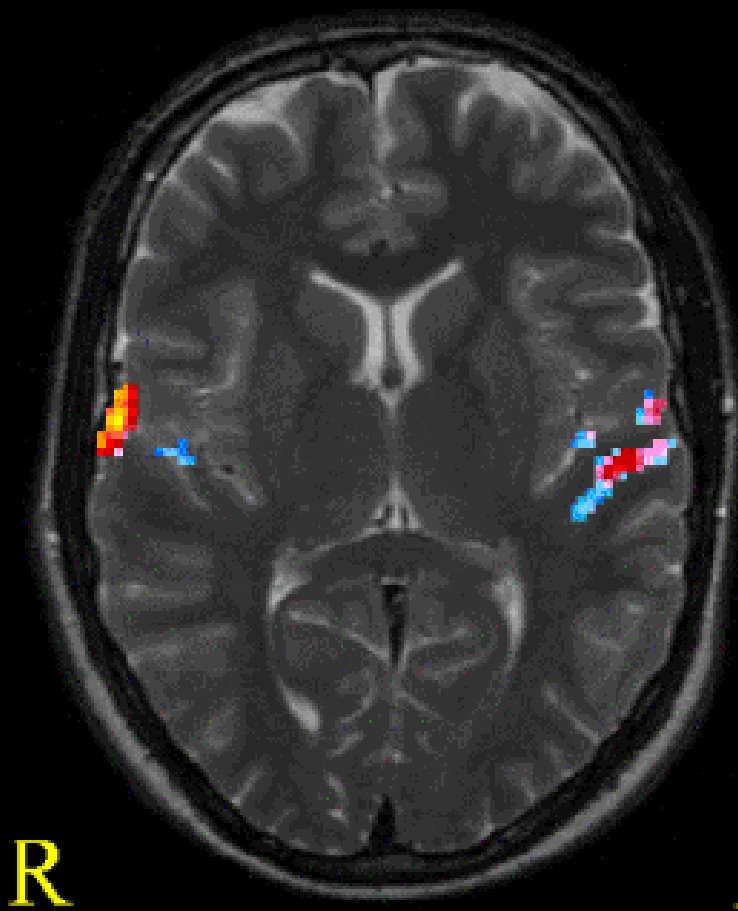
MUSIC



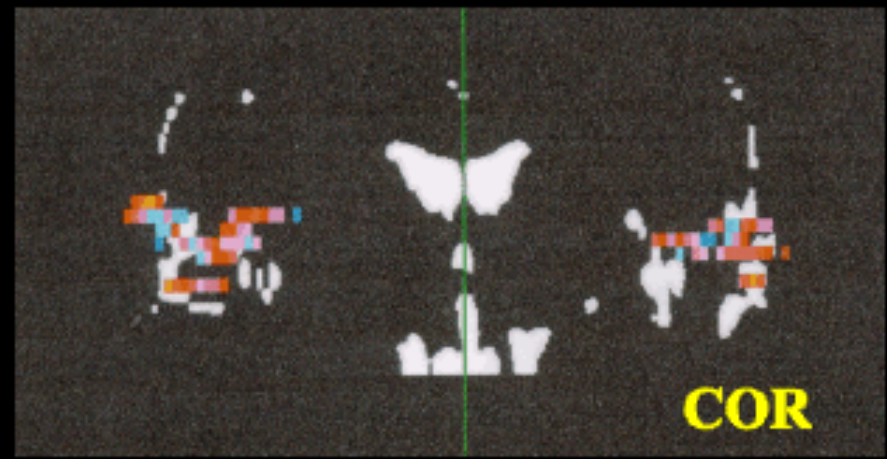
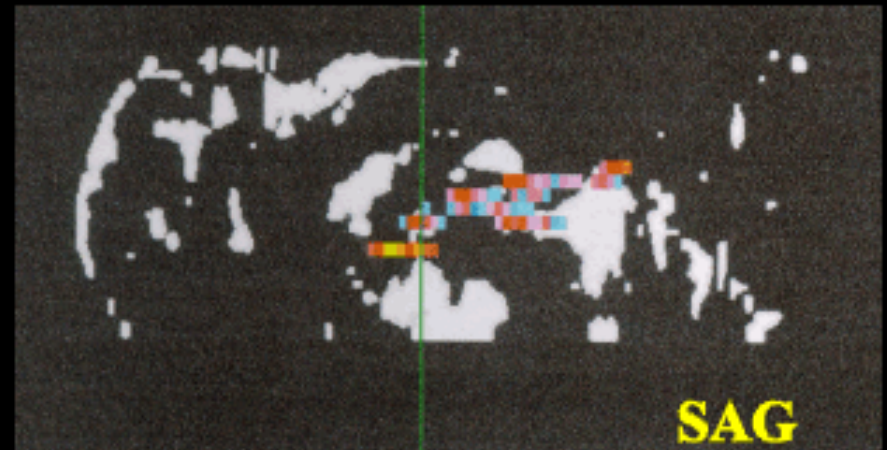
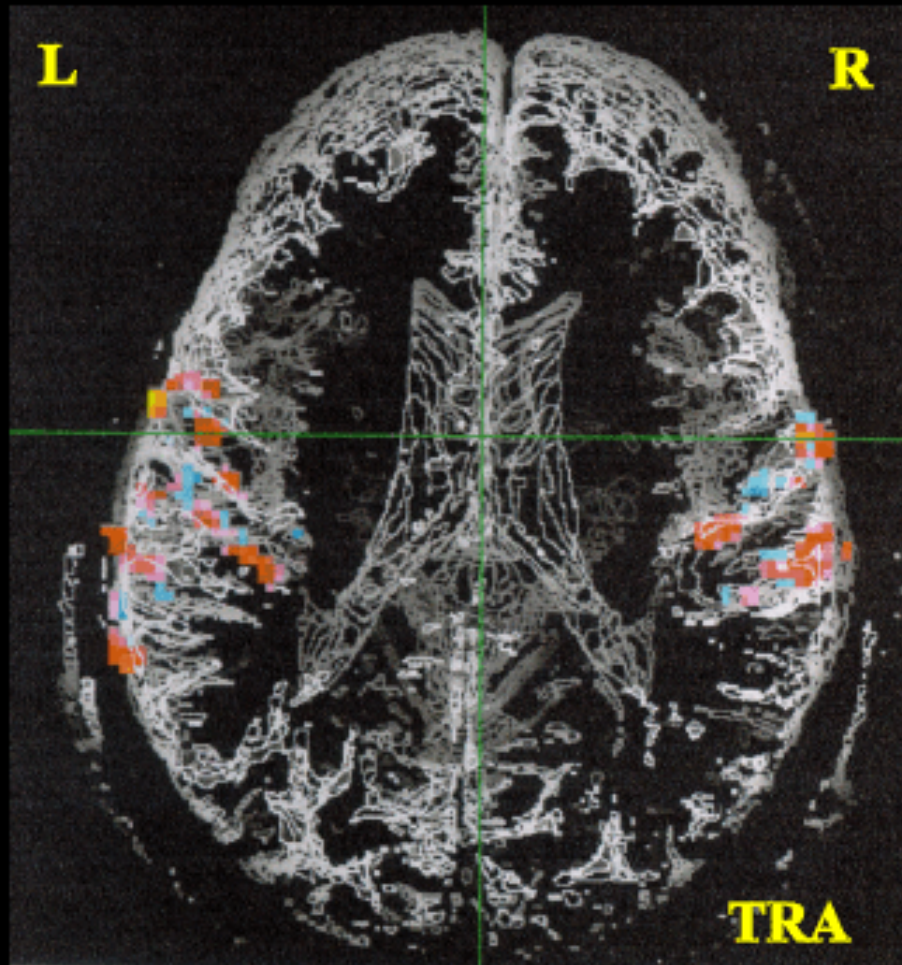
Music

subj. 5

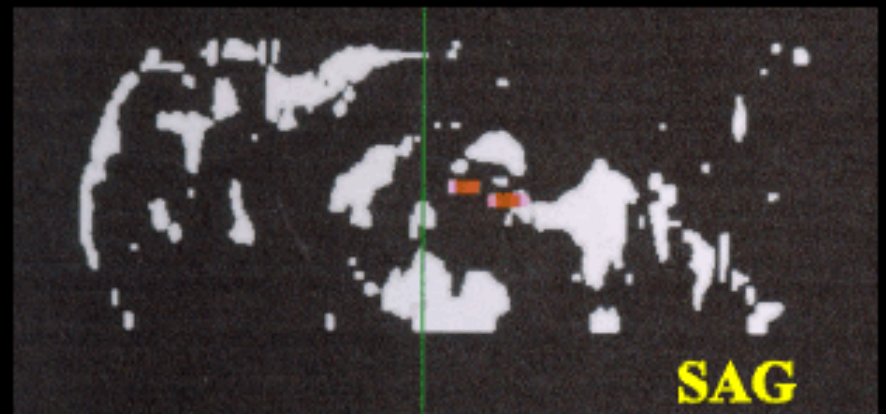
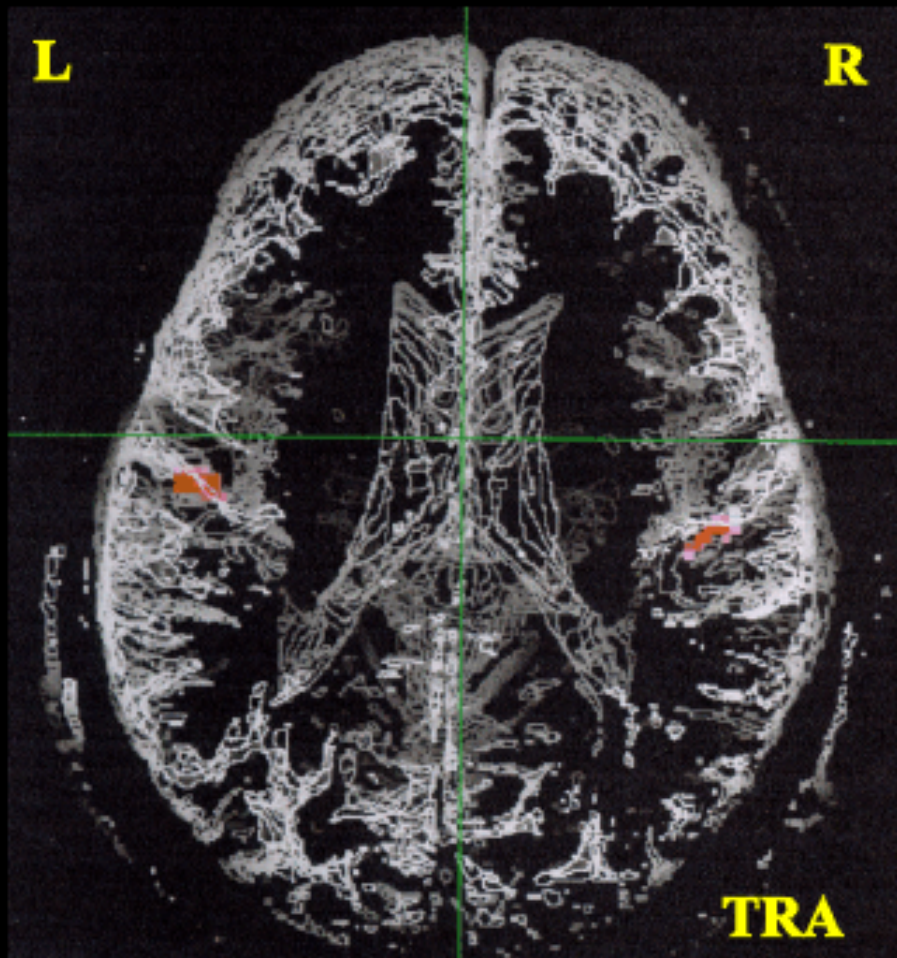
Noise



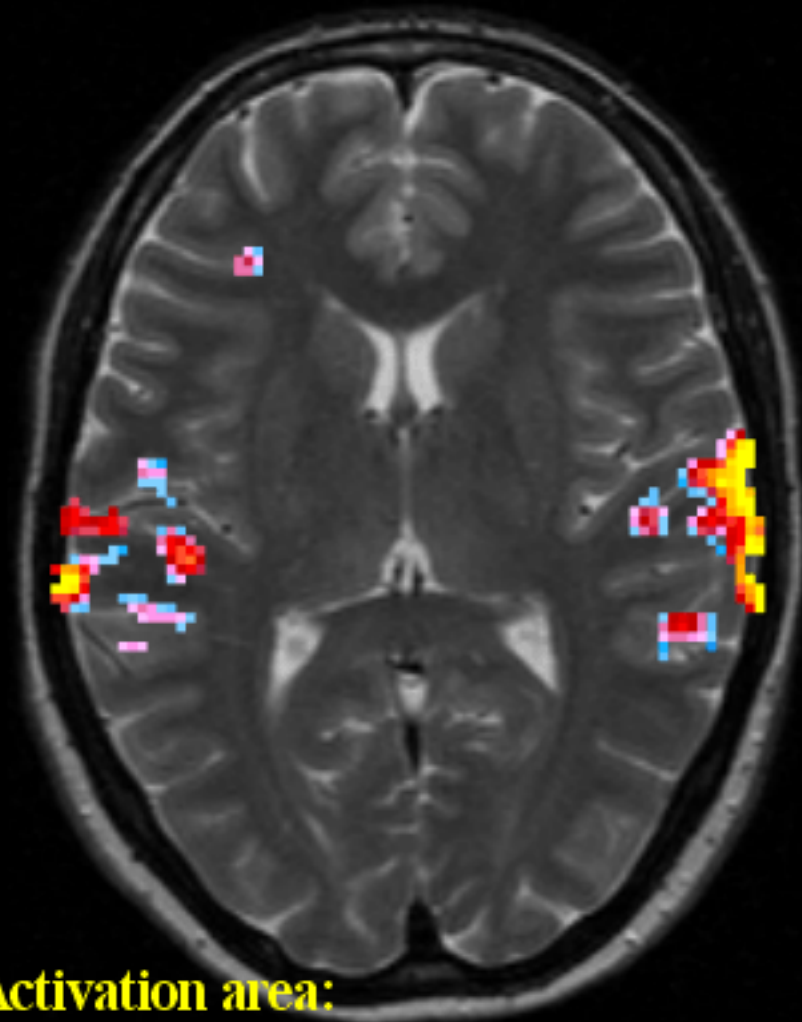
MUSIC



NOISE



MUSIC

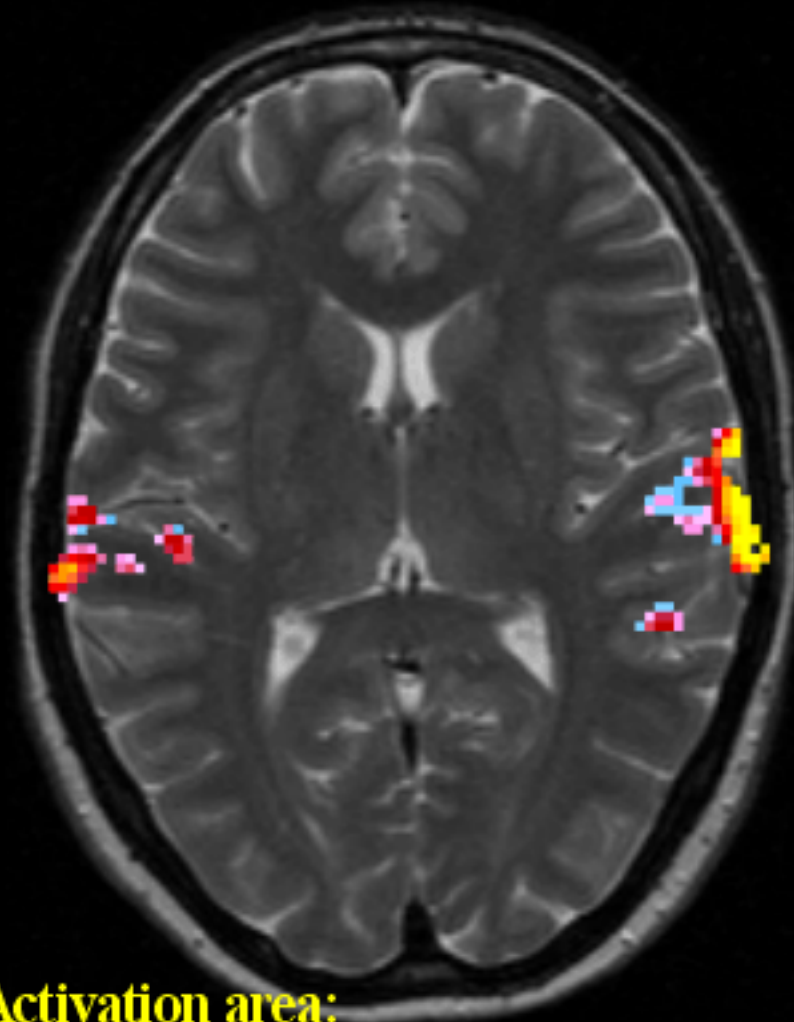


Activation area:

left 1123 mm right 785 mm

$L/R = 1.43$

MUSIC - 15 dB

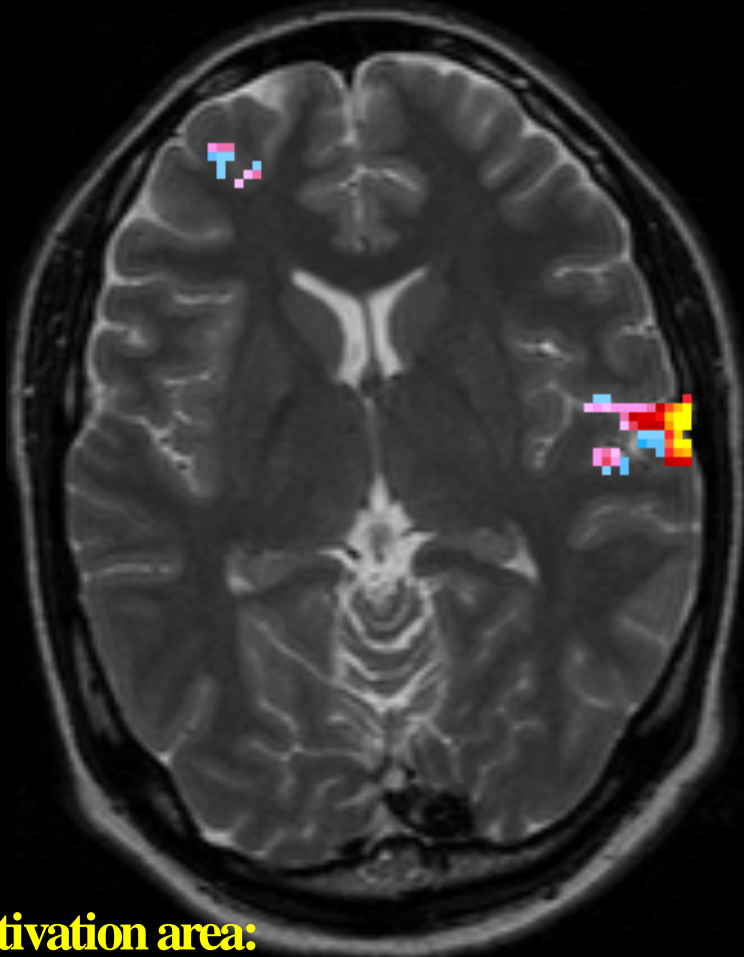


Activation area:

left 631 mm right 544 mm

$L/R = 1.16$

MUSIC - INSTRUMENT

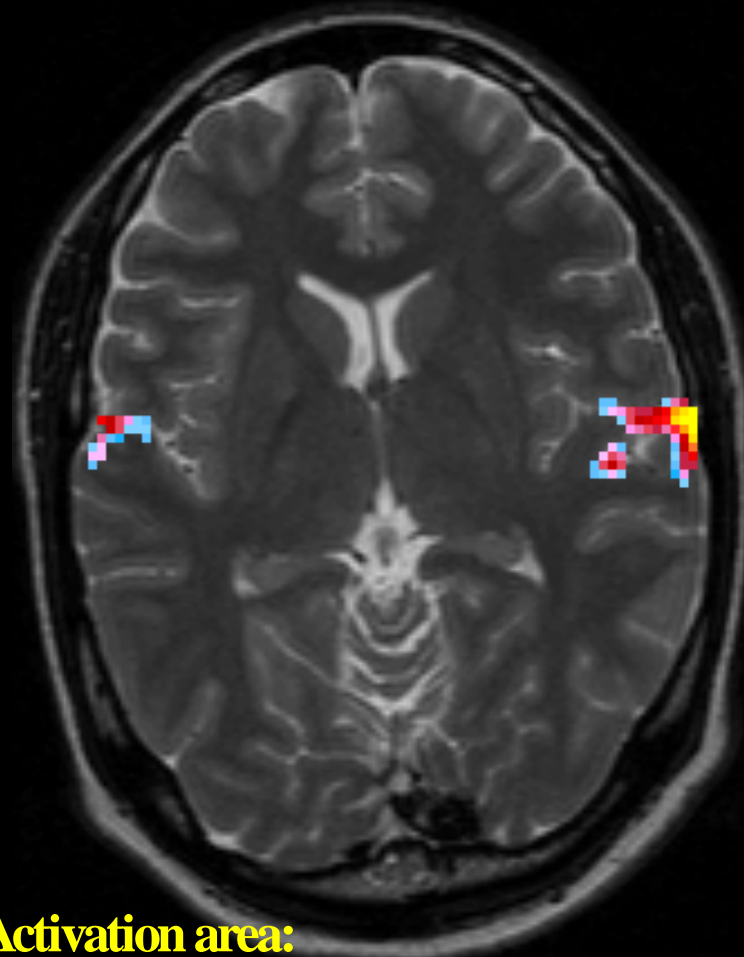


Activation area:

left 209 mm² right 296 mm²

L/R = 0.7

MUSIC - VOICE

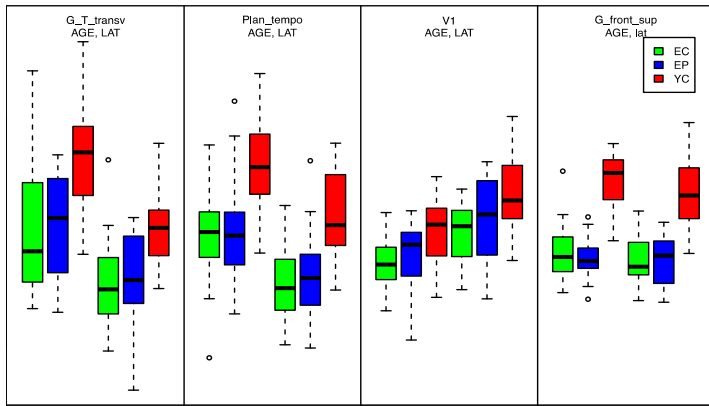


Activation area:

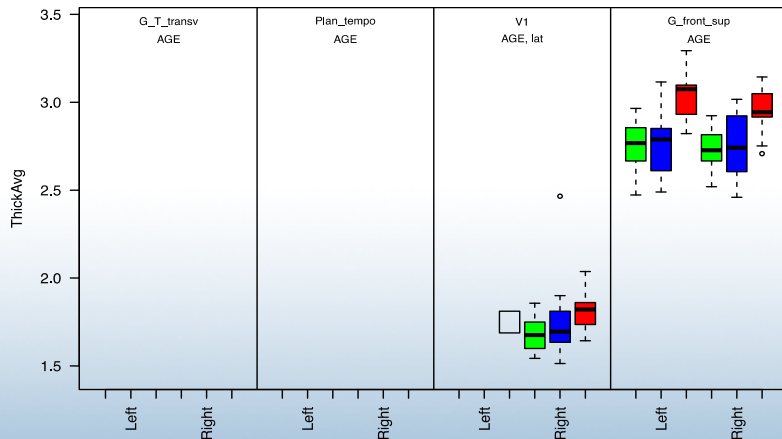
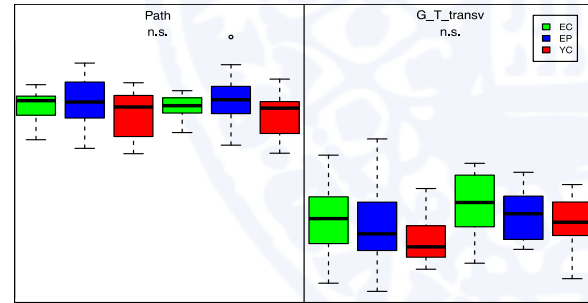
left 289 mm² right 194 mm²

L/R = 1.49

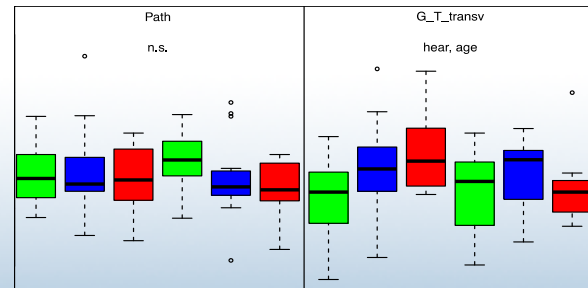
MR morfometrie



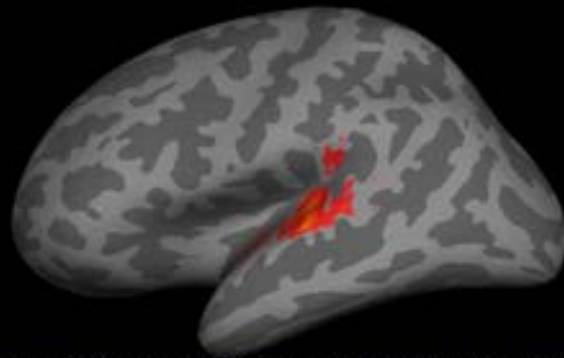
DTI



ge'lat

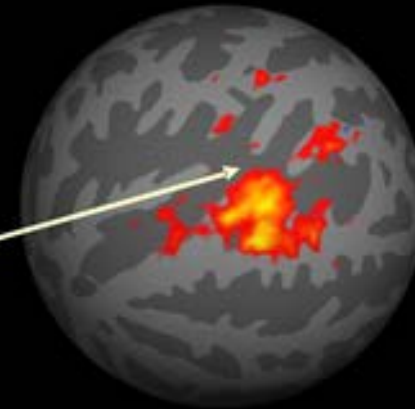


Left Hemisphere Lateral View

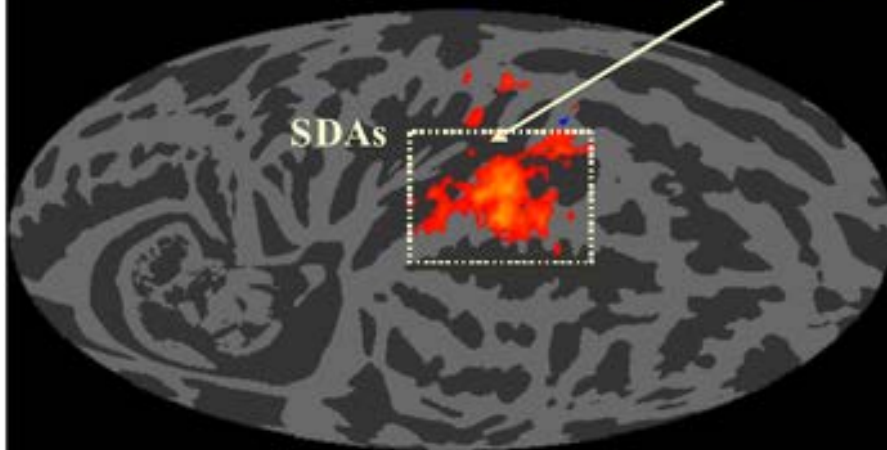


SDAs: activations to nonattended sounds

Inflate to Sphere



Left Hemisphere Entire Hemisphere Flattened

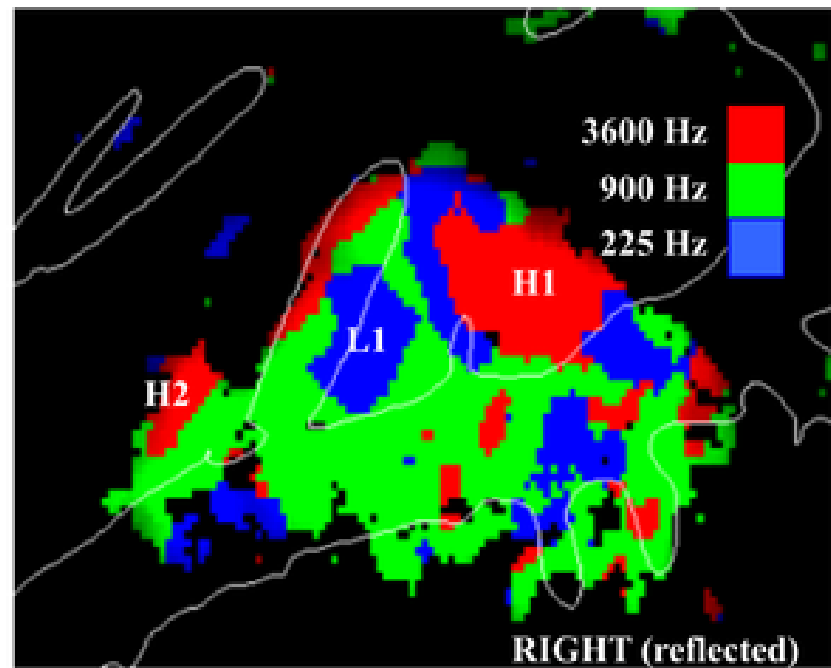
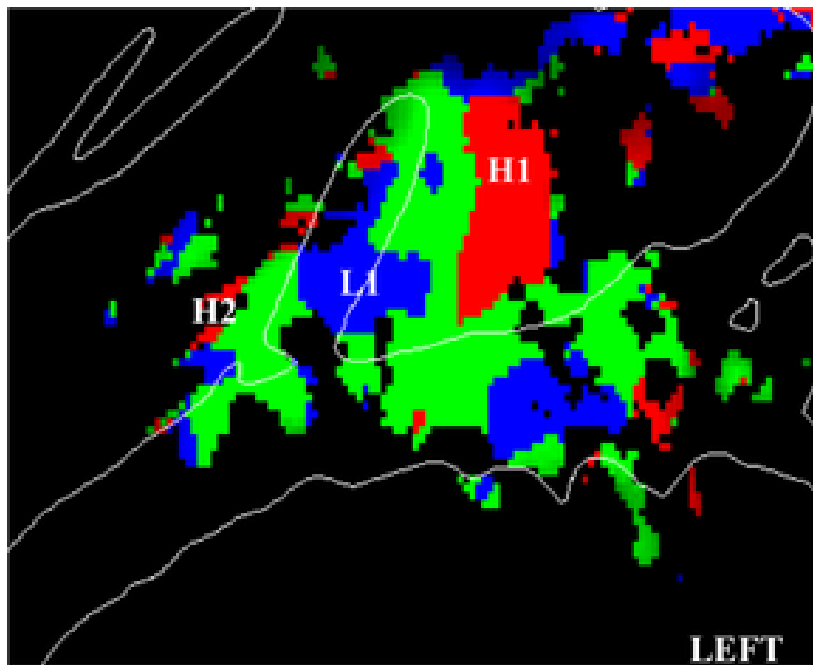


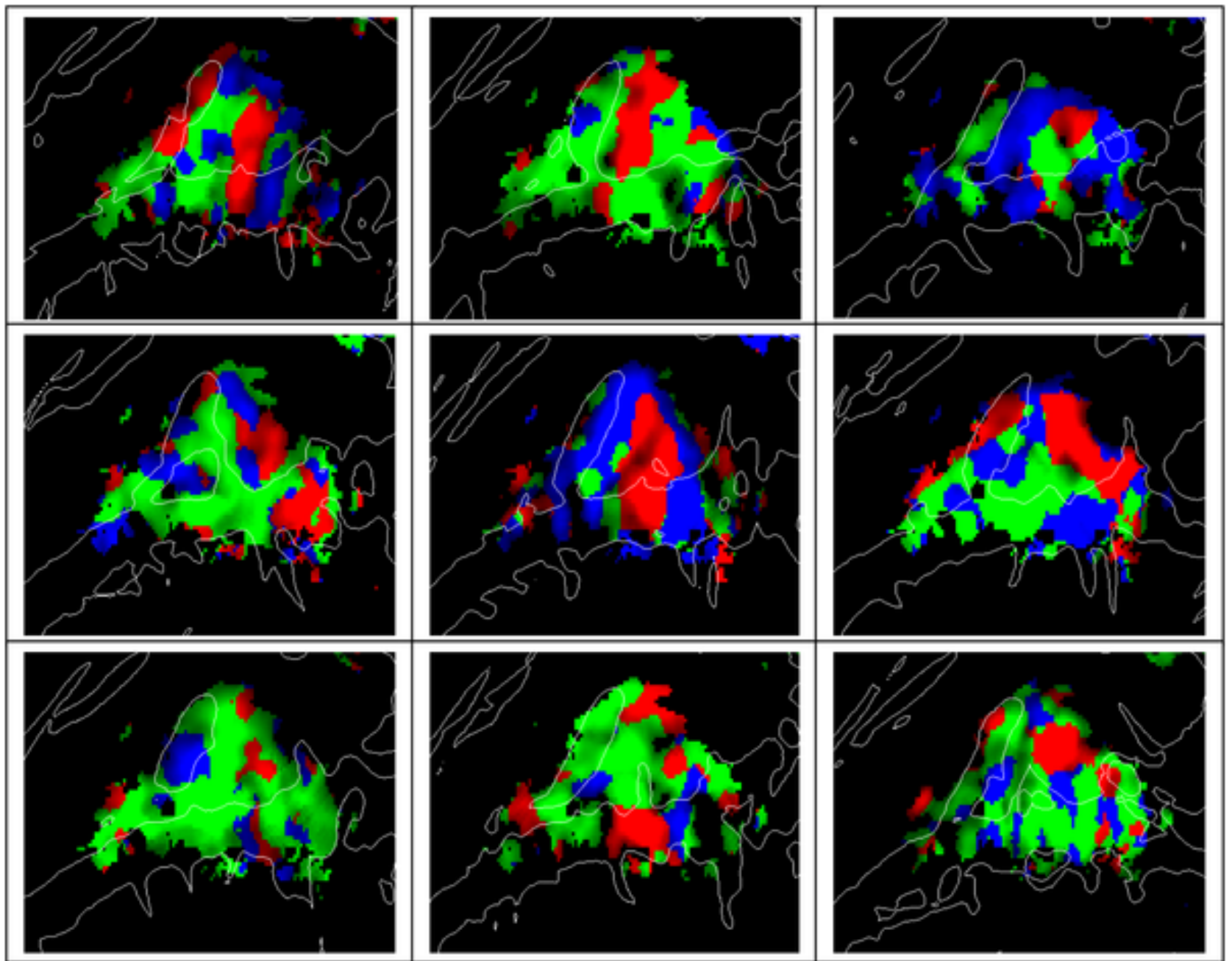
Sylvian Fissure

SDAs

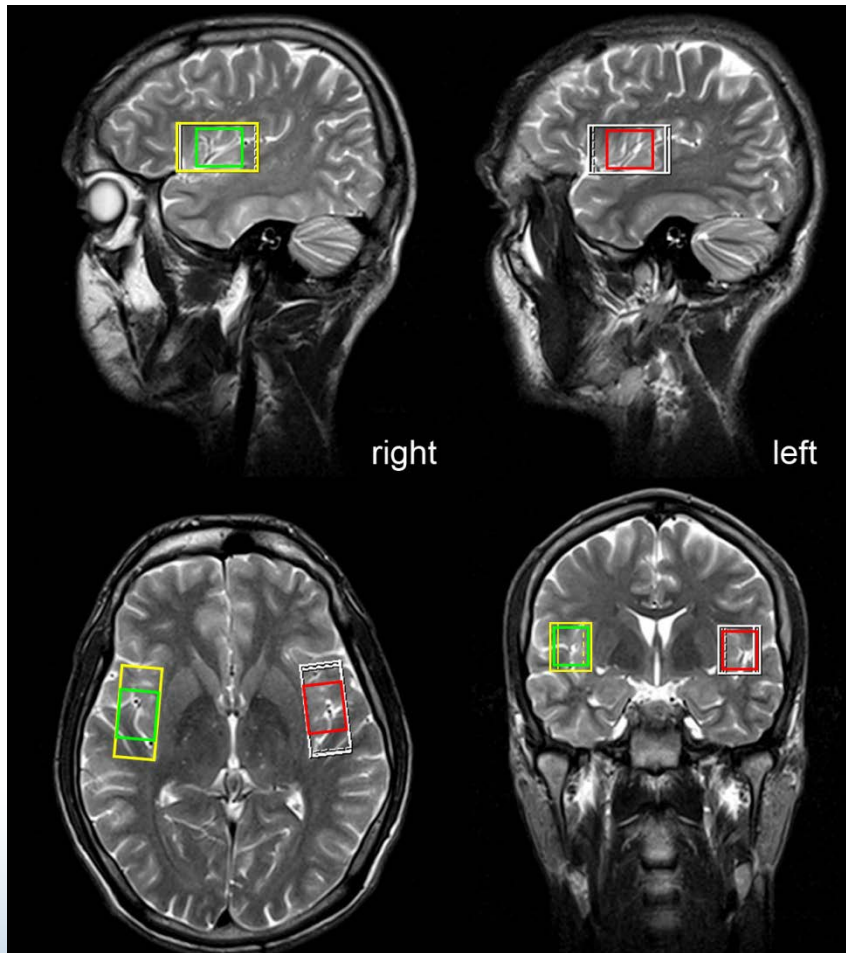
Project onto
Equal-area Surface





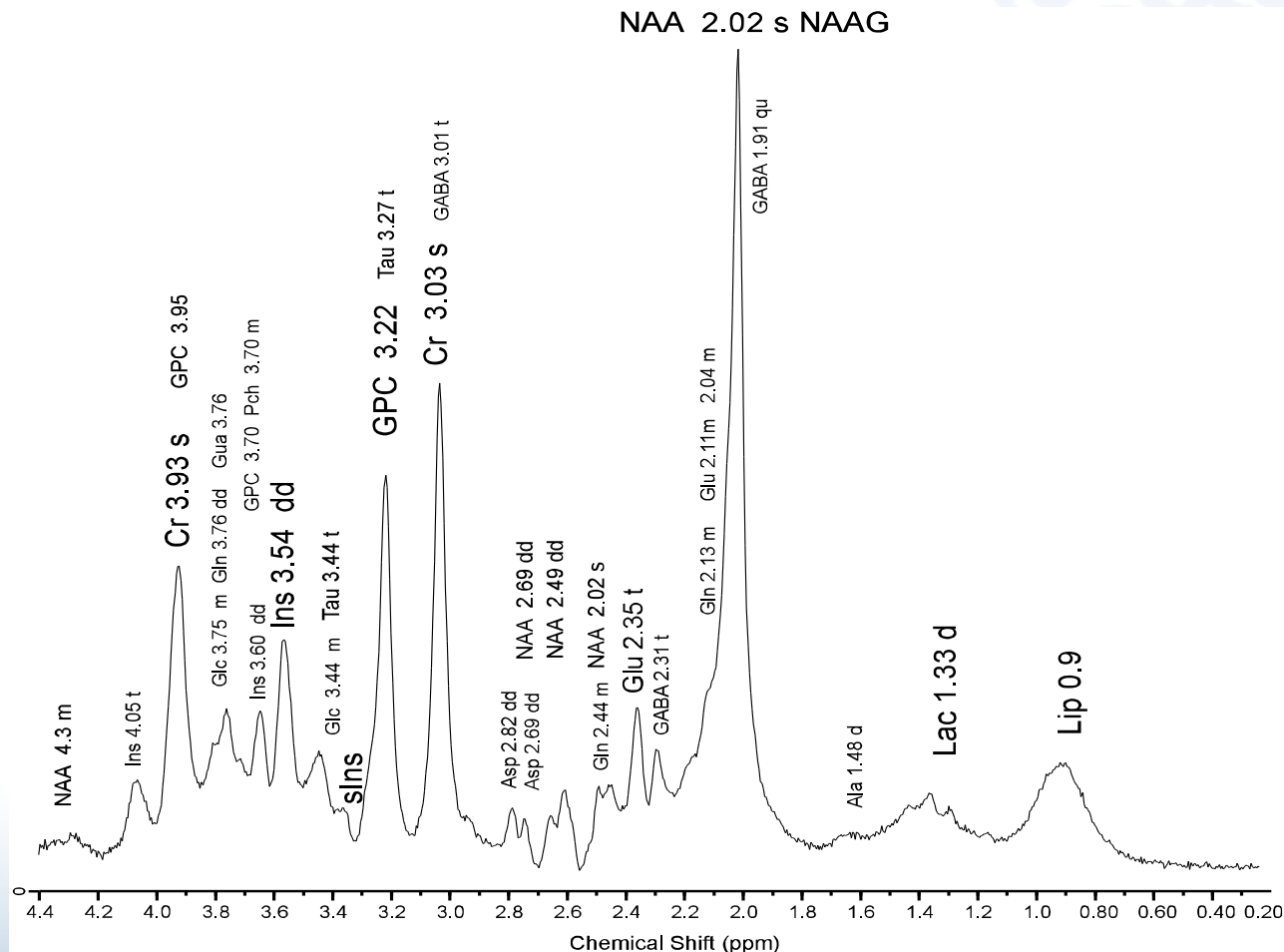


MR spektroskopie (Materiál a metody)



- ROI centrovany kolem HG
- VOI 8 a 18 ml
- Nebyl nalezen rozdíl v koncentracích mezi levou a pravou hemisférou

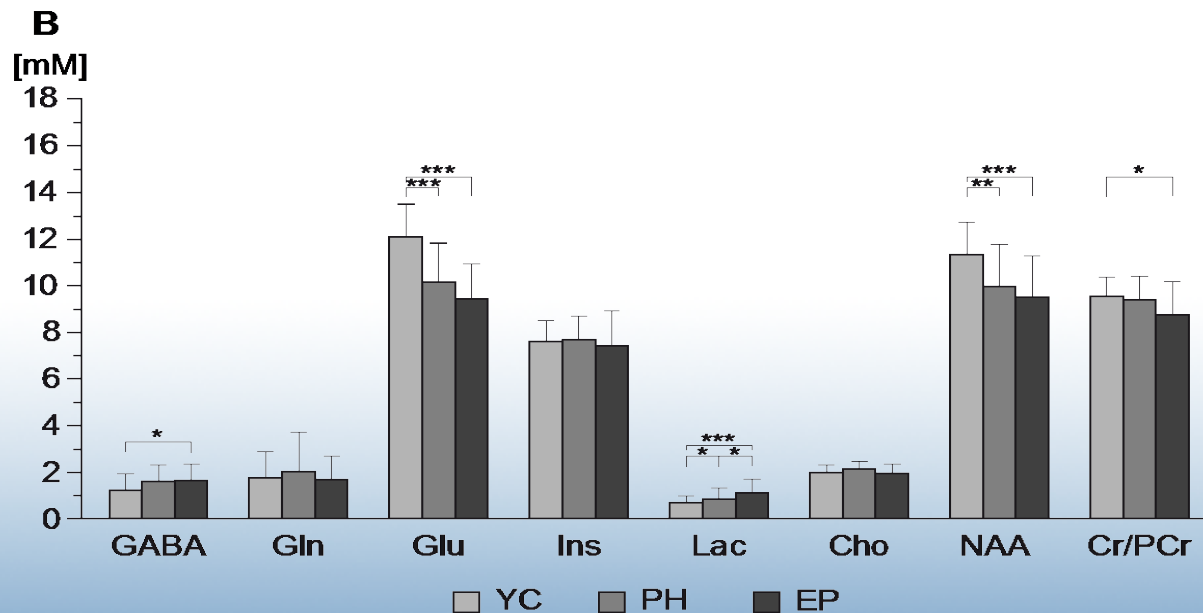
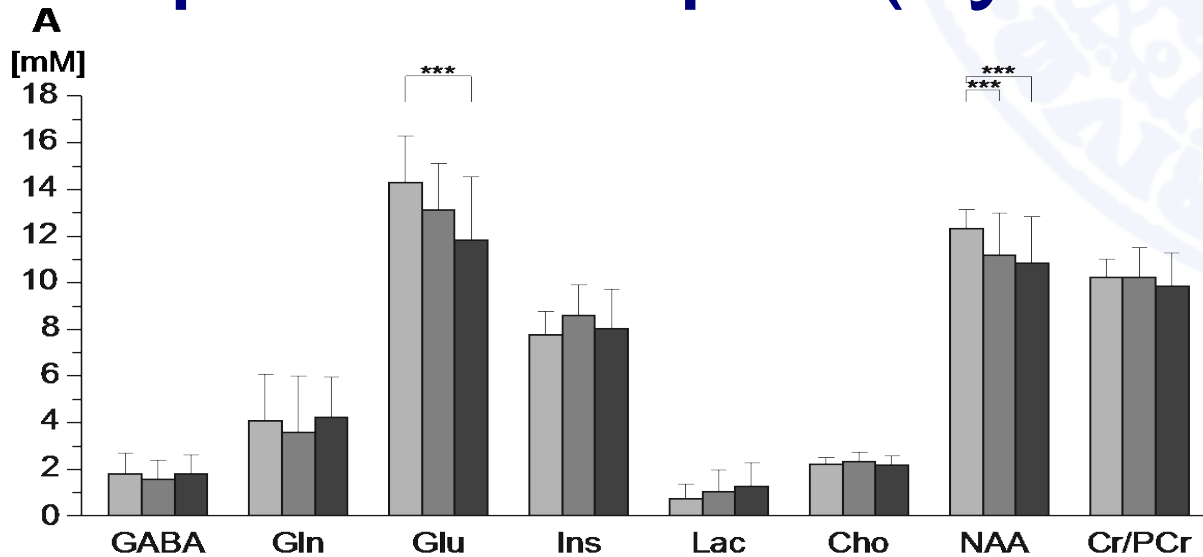
MR spektroskopie (Materiál a metody)



In vivo ^1H MR spectrum, VOI = 19,7 ml, PRESS TE=30 ms, 3T

(NAA – N-acetylaspartate, NAAG, N-acetylaspartate glutamate, Lac – lactate, Lip – lipids, Cr – creatine and phosphocreatine, Ins – inositol, GPC – cholines, Glu – glutamate, Gln – glutamine, GABA)

MR spektroskopie (výsledky)

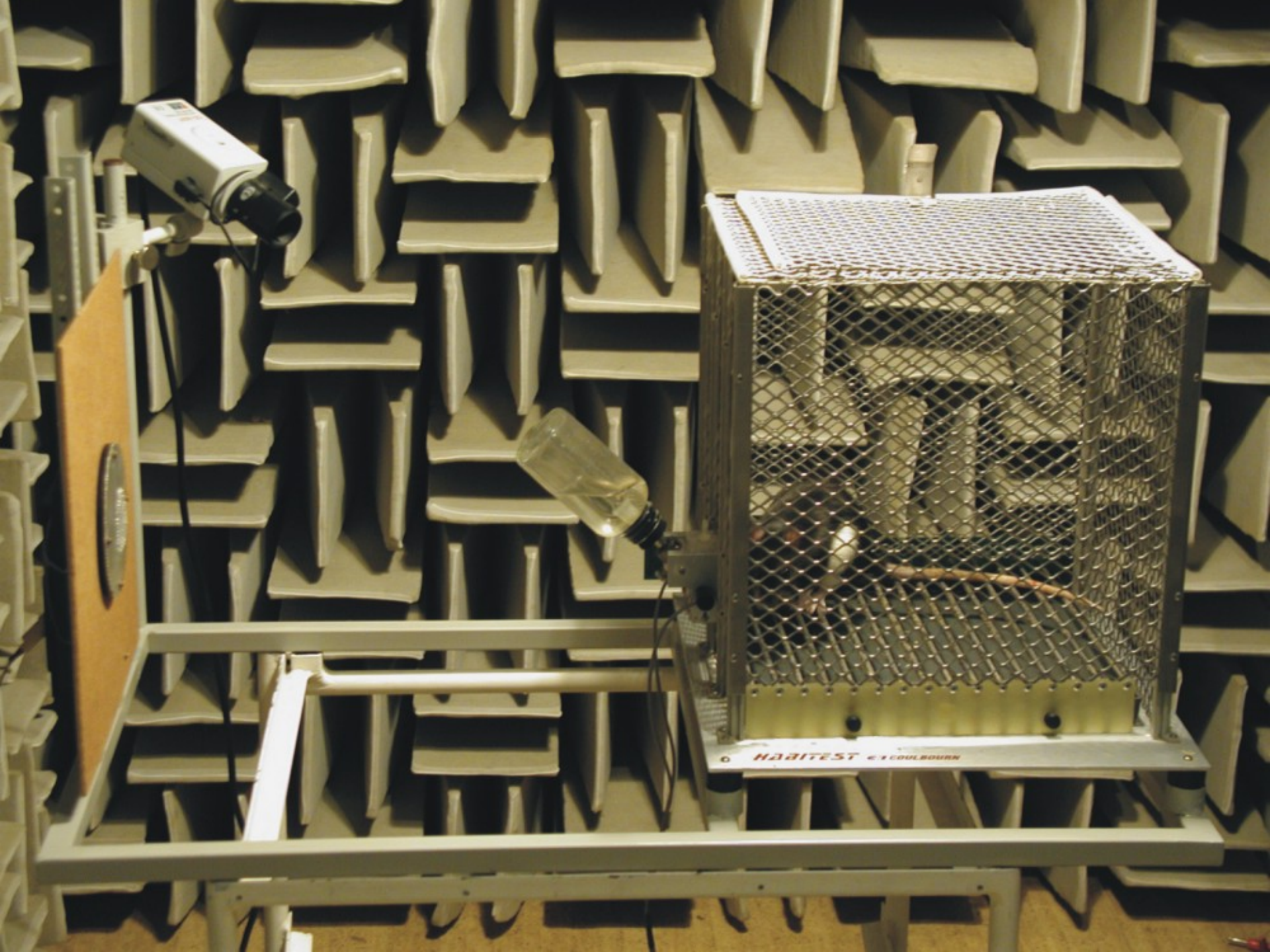


V lidském mozku se sluchová kůra levé hemisféry (primární sluchová kůra v Heschlově závitu a planum temporale) podílí na zpracování informace o časových parametrech zvukového signálu, zatímco sluchová kůra pravé hemisféry má významnou úlohu při rozpoznání výšky tónu a změny ve výšce tónu. Tyto principy jsou podkladem pro dominantní funkci levé sluchové kůry v rozpoznávání řeči a pravé sluchové kůry ve vnímání hudby.

Dominanci levé sluchové kůry pro řeč potvrzuje i skutečnost, že její objem je větší než objem sluchové kůry pravé a s věkem se tento poměr nemění. Celkový objem sluchové kůry a planum temporale se v průběhu stárnutí zmenšuje a to nezávisle na tom, jak velká je sluchová ztráta. Difuzní tenzorové zobrazování neukazuje na významné změny sluchové dráhy z colliculus inferior do sluchové kůry v souvislosti se stárnutím.

V průběhu stárnutí sluchová kůra (podobně jako jiné části mozku) atrofuje, ve spektroskopickém obraze se objevuje signifikantní pokles n-acetylaspartátu, což svědčí pro úbytek šedé hmoty a snižuje se koncentrace hlavního excitačního mediátoru kyseliny glutamové. Ve funkční magnetické rezonanci se objevuje u starých jedinců při vnímání zvuků zvýšená aktivita v pravé, nedominantní hemisféře. Tyto nálezy mohou být odrazem specifických centrálních změn v průběhu presbyakuze.

Lateralizace sluchové kůry u potkana

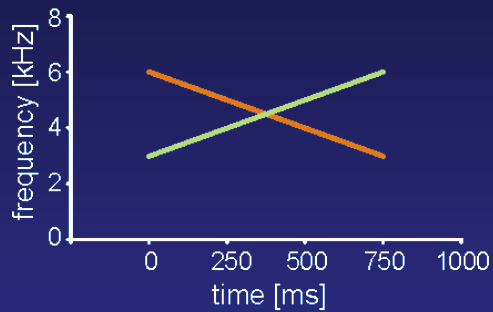


HABITEST © COOLBOURN

Schema of acoustical stimuli

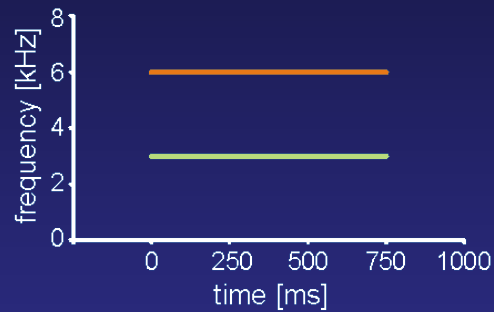
Stimuli for training

A FM tones 6-3 / 3-6 kHz, 1.33 oct./s



Novel stimuli

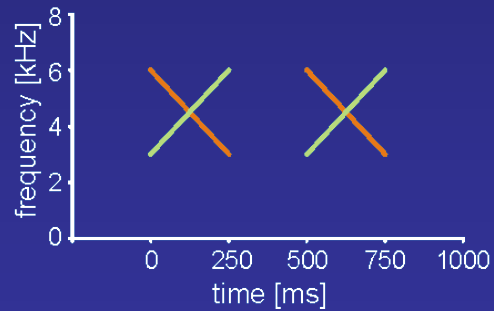
B I. Pair
(pure tone 6 / 3 kHz)



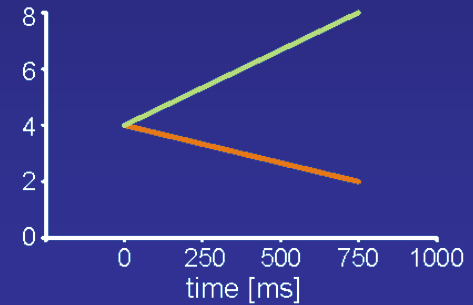
C II. Pair
(pure tone 3 / 6 kHz)



D III. Pair
(FM tones 6-3 / 3-6 kHz, 4 oct./s)

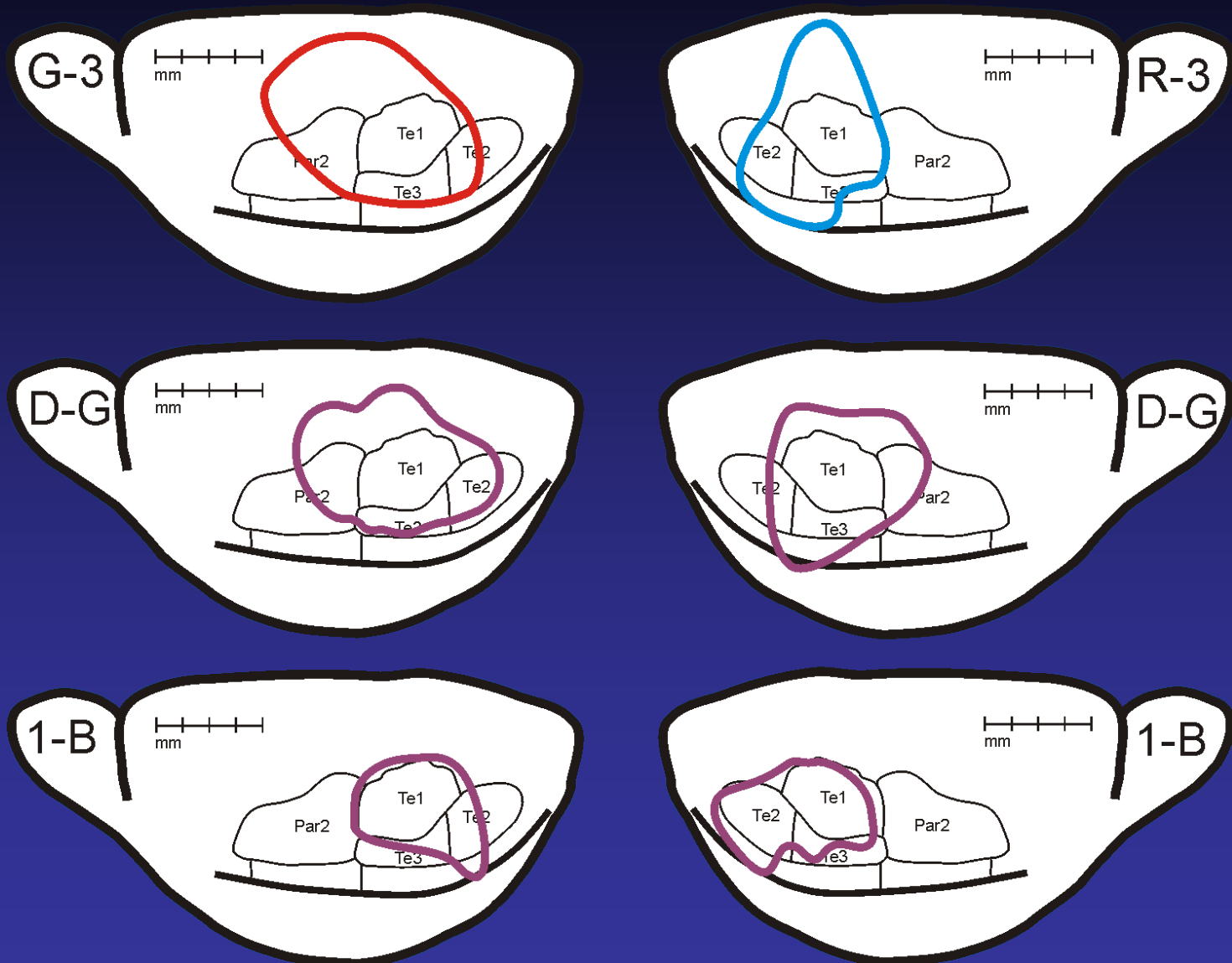


E IV. Pair
(FM tones 4-2 / 4-8 kHz, 1.33 oct./s)

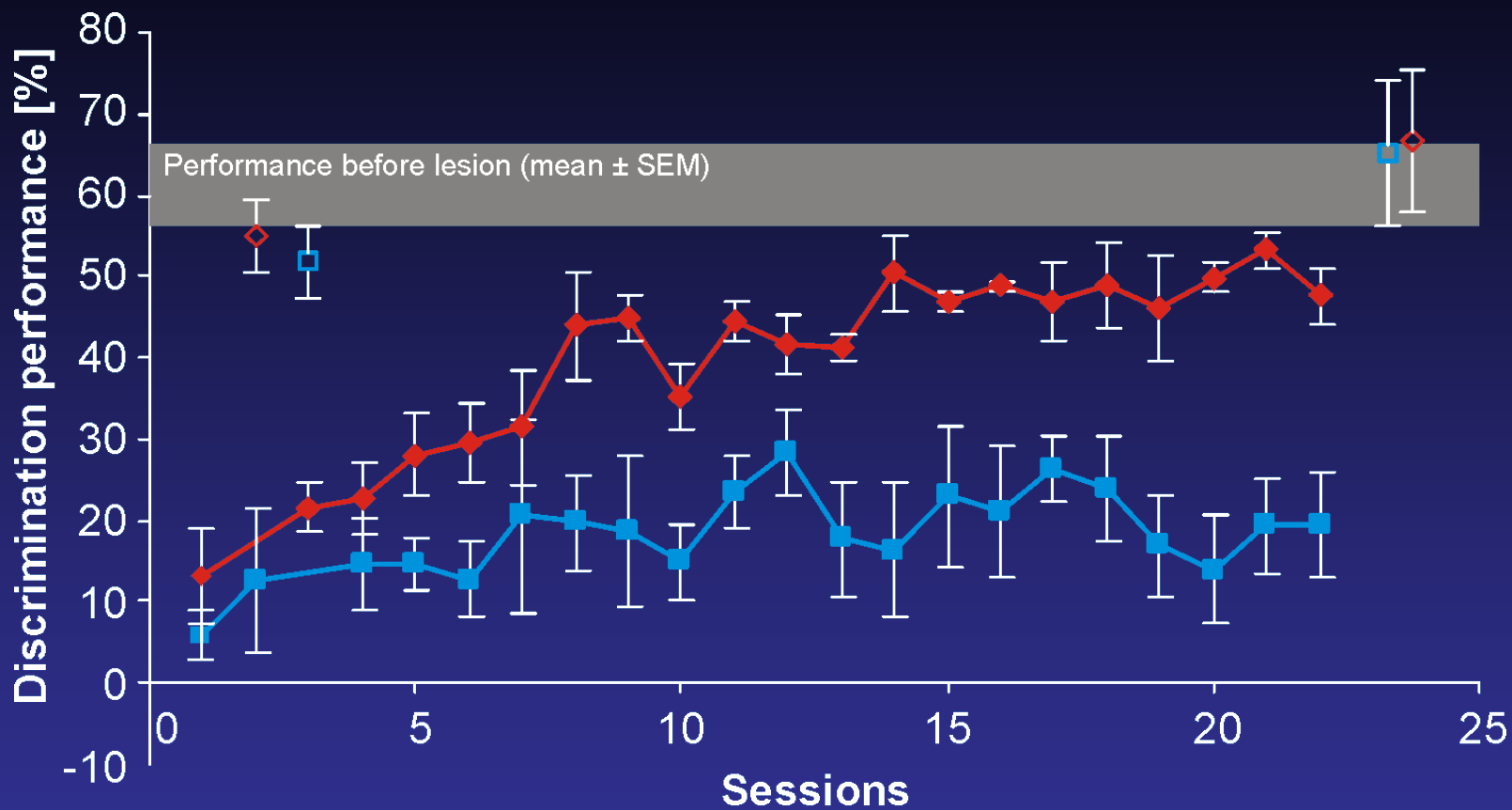


— Warning stimulus
— Safe stimulus

Reconstruction of the extent of cortical lesions



Discrimination performance during post-lesion training



retraining: 6-3 / 3-6 FM tones

test: 6 / 3 pure tones

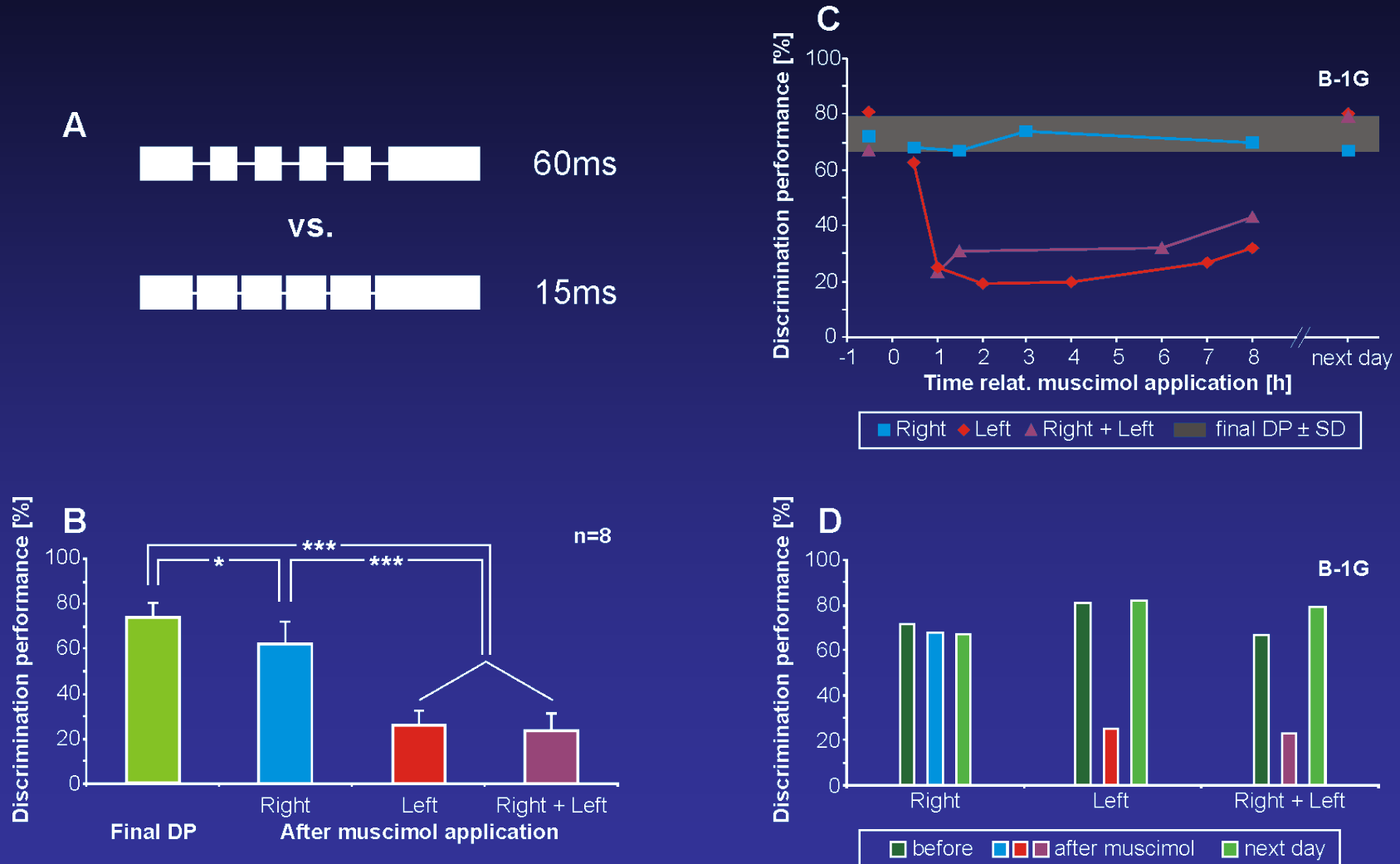
—◆— L-AC

—◇— L-AC

—■— R-AC

—□— R-AC

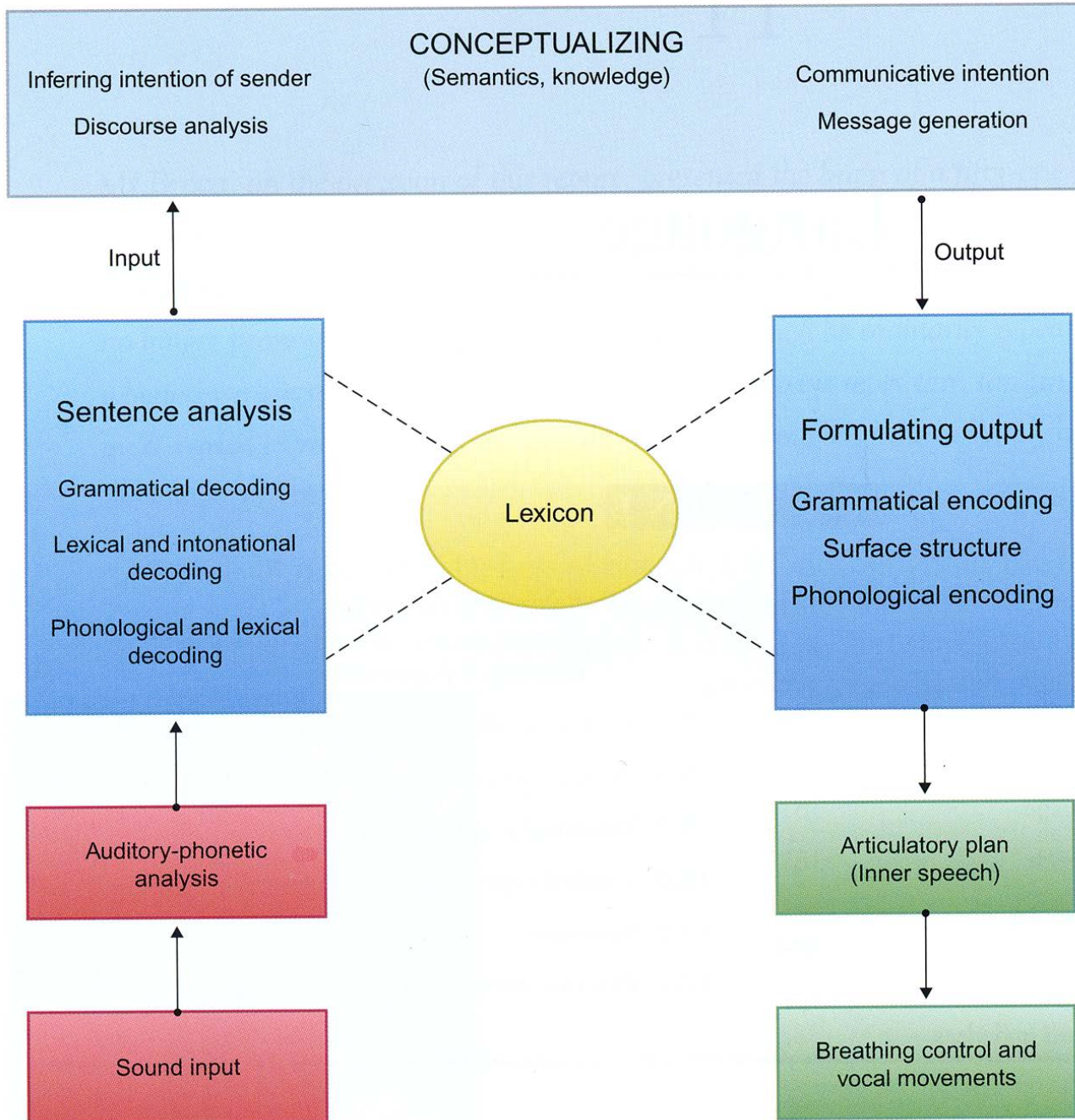
Effect of inactivation of the auditory cortex on the discrimination of gap duration



Výsledky experimentů ukazují, že v mozku laboratorního potkana existuje podobné rozdělení funkcí mezi levou a pravou sluchovou kůrou jako v lidském mozku: funkce sluchové kůry pravé hemisféry je zaměřena na analýzu výšky tónu a změny ve výšce tónu (frekvenční modulace), kdežto sluchová kůra levé hemisféry zpracovává informaci o časových parametrech zvukových podnětů.

Současné představy o funkci mozku ve vnímání a generování řeči a jejího záznamu písmem

Levels of language processing



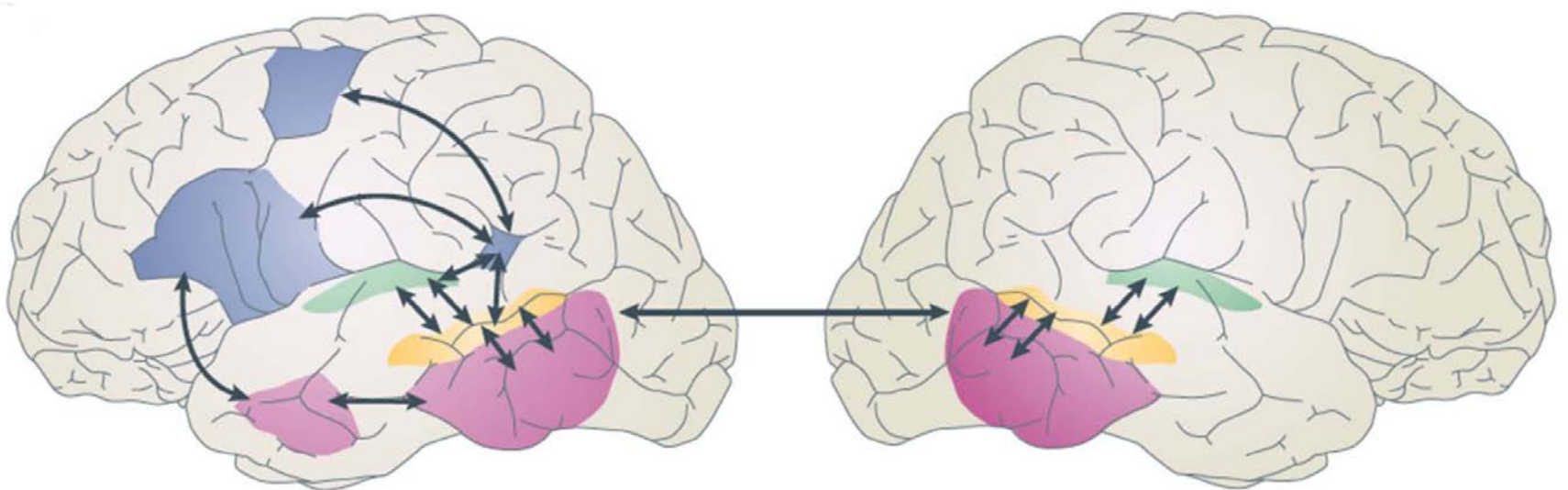
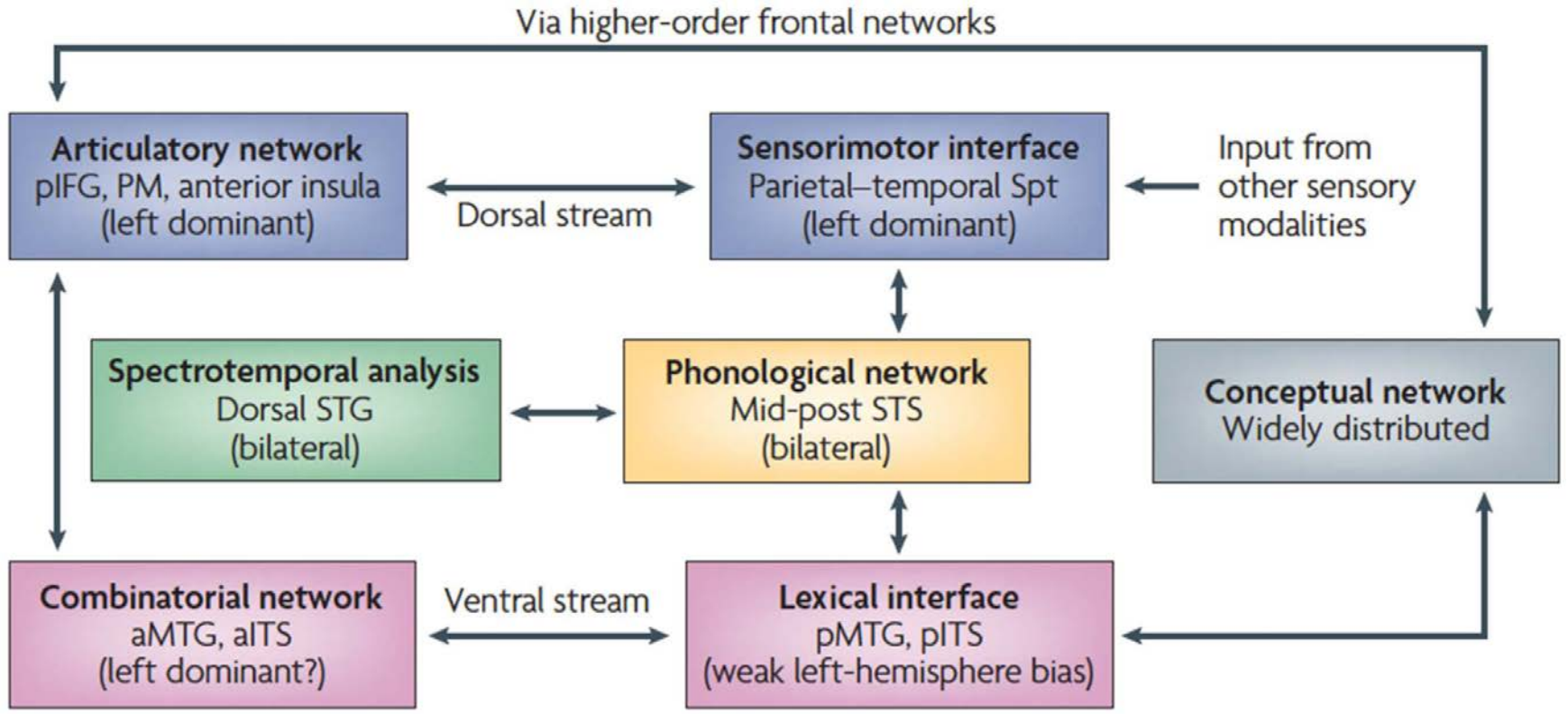
Model dvojího proudu (dual stream model) pochází z dílny autorů Hickok a Poeppel (2007) : počáteční fáze analýzy se odehrává ve formě spektrotemporální analýzy v dorzální části superior temporal gyrus (STG) a ve formě fonologické analýzy v oblasti superior temporal sulcus (STS) bilaterálně.

Pak se rozbíhají dva funkční proudy:

i/ ventrální směřuje v temporálním laloku do lexikální oblasti (posteriovní MTG a posteriovní ITS) výrazněji vlevo a vlevo pokračuje dále do kombinační oblasti v anteriorní MTG a anteriorní ITS.

ii/ dorzální směřuje do sensorimotorického převodníku v parieto-temporálním Spt vlevo, a dále do artikulační sítě v posteriovní IFG, PM a insule.

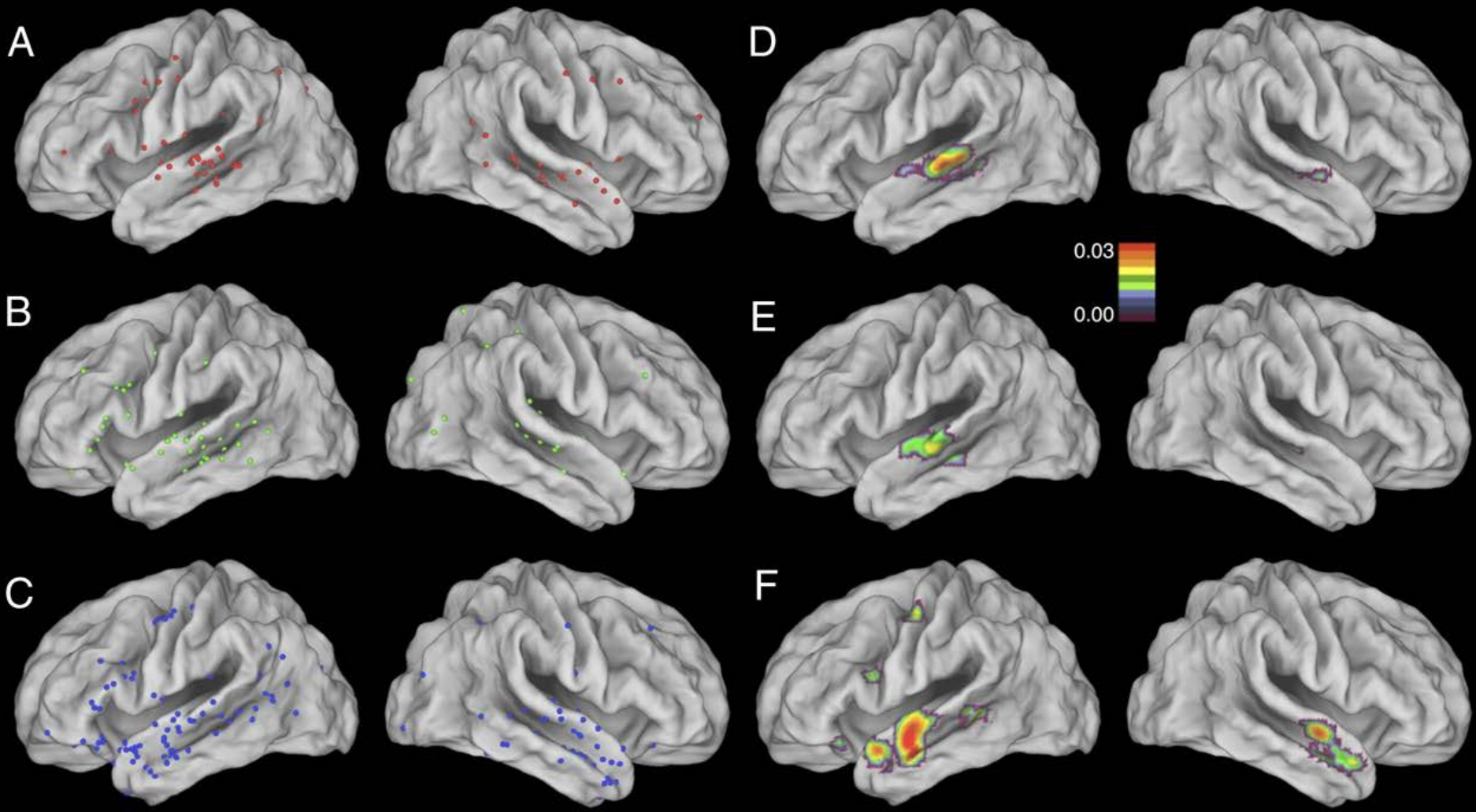
Úkolem ventrálního proudu je zpracování řeči pro její porozumění, úkolem dorzálního proudu je převedení akustických signálů řeči na artikulační signály.



Fonologické zpracování probíhá bilaterálně, funkce sluchových oblastí obou hemisfér se však liší: oblast vpravo je specializována na zpracování spektra akustických signálů a jejich modulaci a také zpracovává signály v pomalejším tempu (4–8 Hz), sluchová oblast vlevo je specializována na zpracování časových parametrů akustických signálů a na rychlejší průběh (25–50 Hz).

V anteriorní oblasti temporálního laloku probíhá podle současných představ sémantické a syntaktické integrační zpracování řeči jako součást ventrálního proudu.

V metaanalýze provedené DeWittem a Rauscheckerem (2012) skutečně fonologické zpracování zaujímá v levé hemisféře posteriorní až mediální část STG, zatímco integrace fonémů do slov probíhá v anteriorní části STG a integrace do vět v anteriorní části STS (superiorní temporální sulcus).

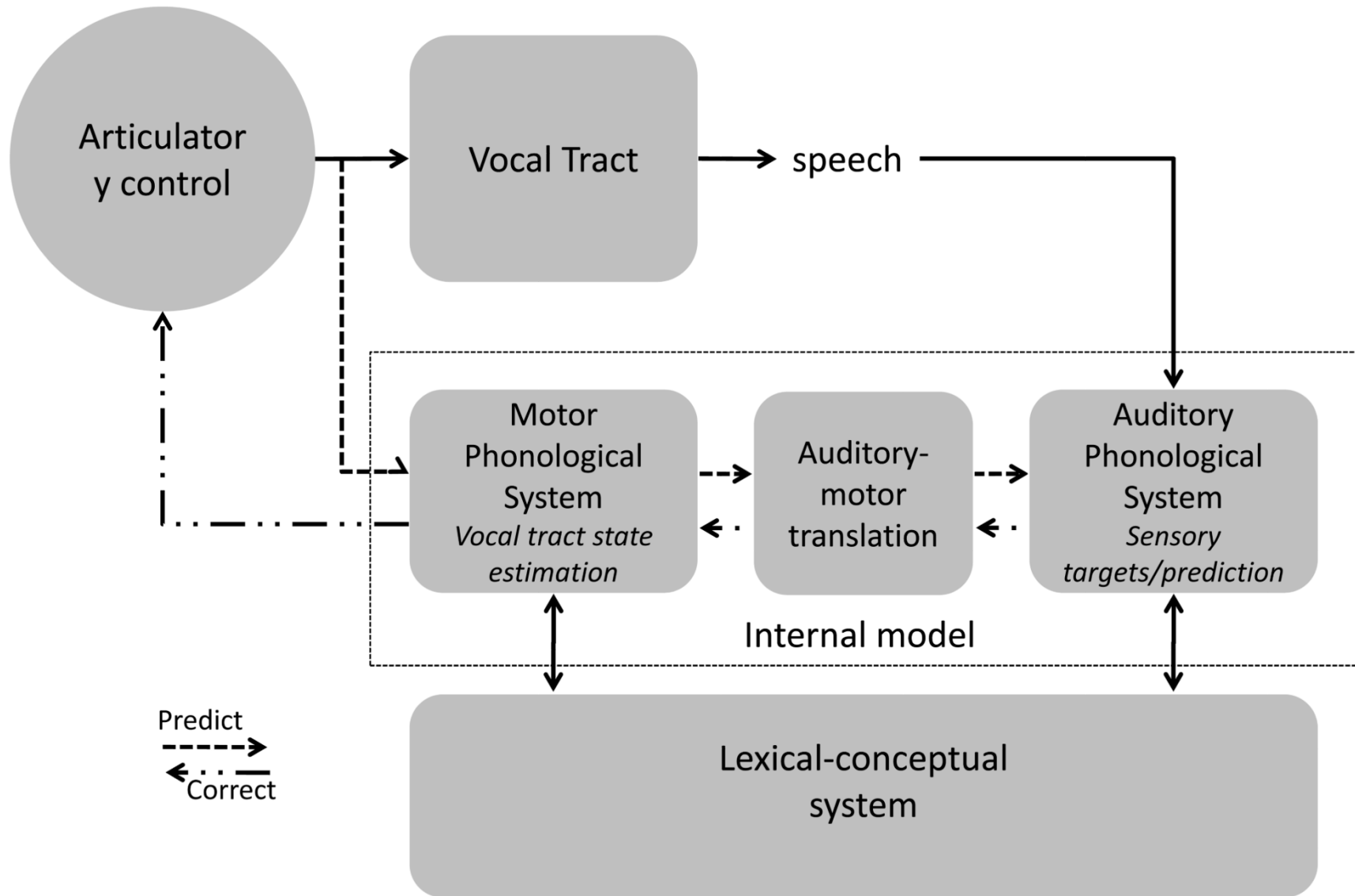


Dorzální proud má významnou funkci senzori-motorické integrace, klíčovou úlohu zde má oblast planum temporale označovaná jako Spt, ve které se patrně porovnává sensorická forma řeči s příslušným motorickým signálem. Její poruchou vzniká převodní afázie, charakterizovaná dobrou srozumitelností, ale poruchami výslovnosti foném.

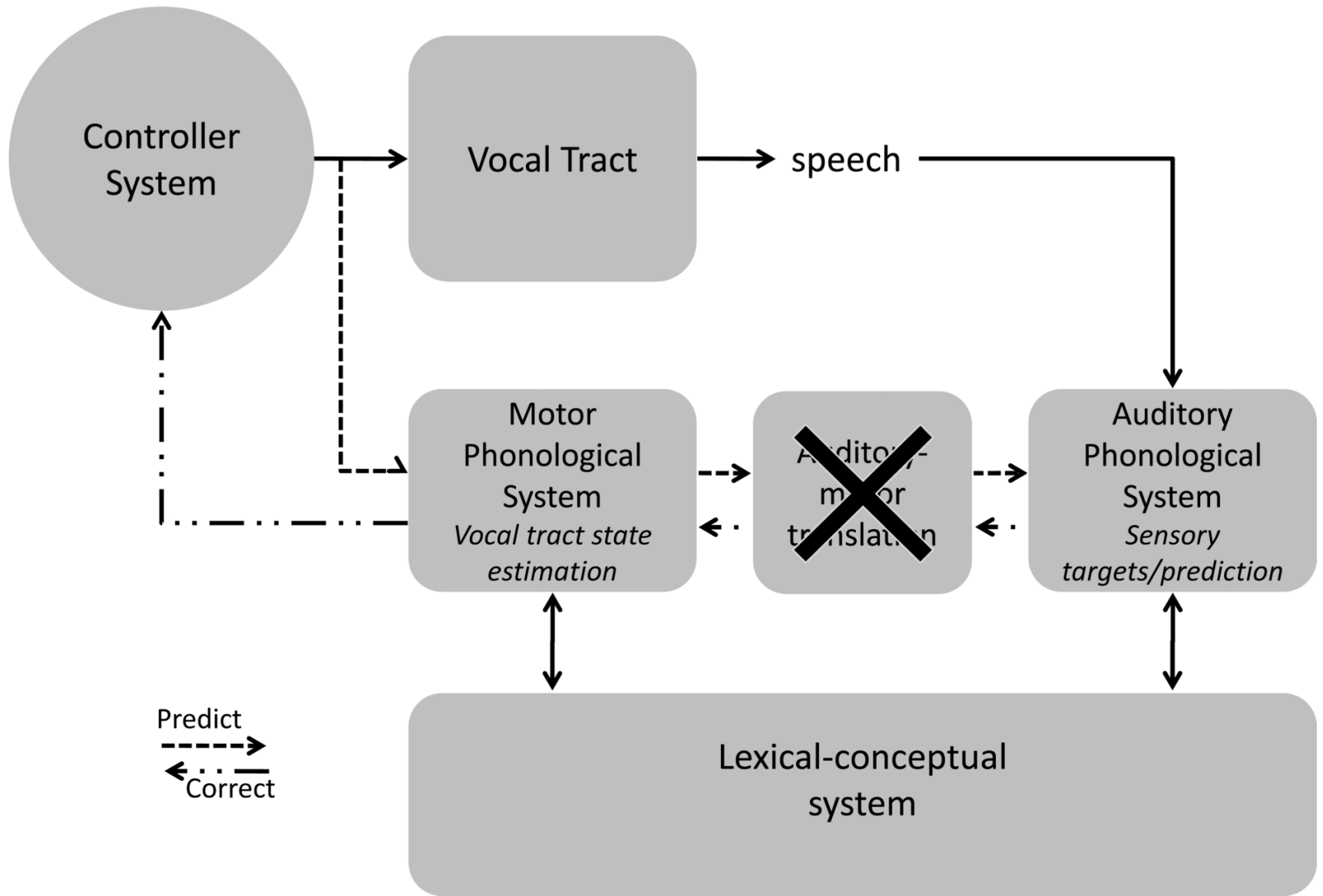
Současný model dorzálního proudu pro senzori-motorickou integraci má několik zpětných vazeb, které predikují a korigují. Například jestliže začne být aktivována jednotka pro motoriku řeči, její předpokládané sluchové důsledky mohou být porovnávány s akustickým cílem. Jestliže se jedná o shodu, motorická jednotka pokračuje v aktivaci, výsledkem je artikulace, která odpovídá záměru. Jestliže se jedná o neshodu, může být generován korekční signál, a motorický výstup může být upraven.

Převodní afázie poruší Spt – v modelu označeno jako Auditory-motor translation.

A.

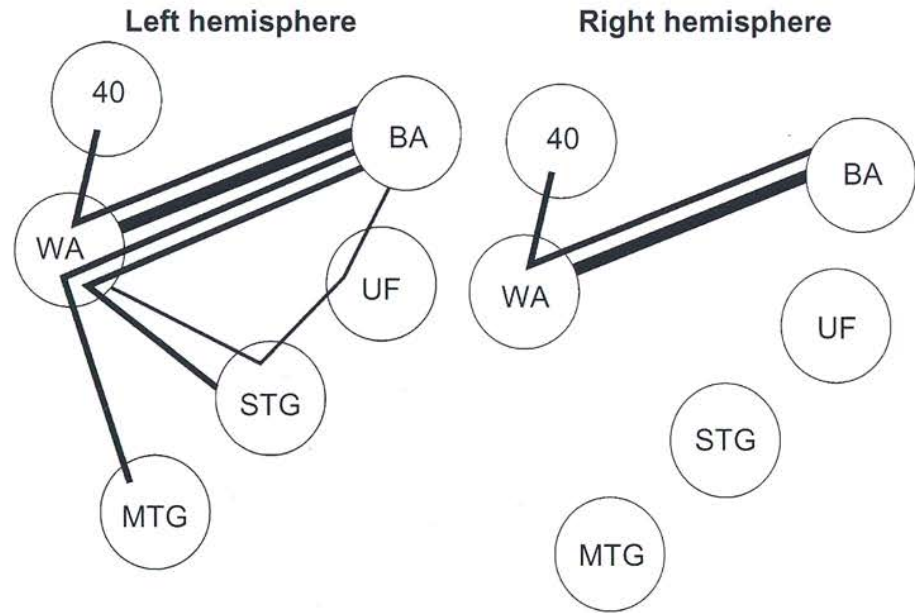
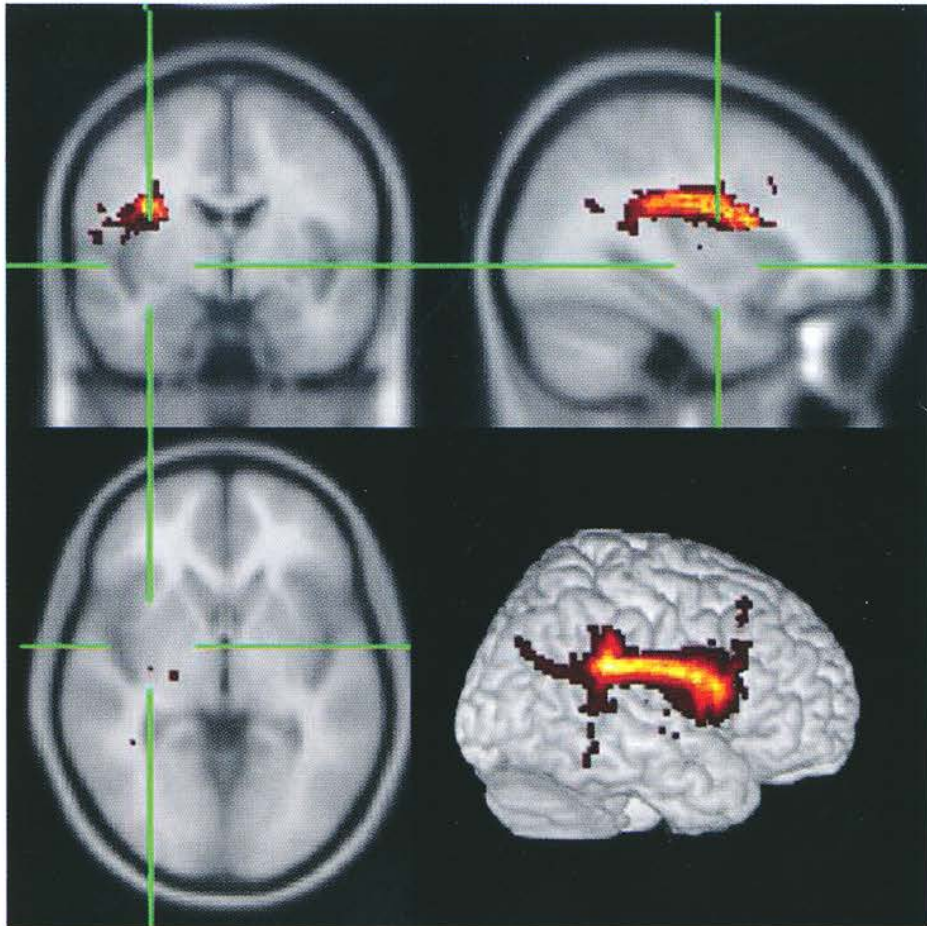


B.



Existence dorzálního a ventrálního proudu byla prokázána také pomocí difúzně vážené MR traktografie (Parker a spol., 2005).

Schéma ukazuje mohutnost jednotlivých svazků v levé a pravé hemisféře. V obou hemisférách byl nalezen silný fasciculus arcuatus a spojení s area 40 (gyrus supramarginalis). V levé hemisféře navíc spojení ventrálního proudu mezi Wernickeho oblastí a MTG a STG.

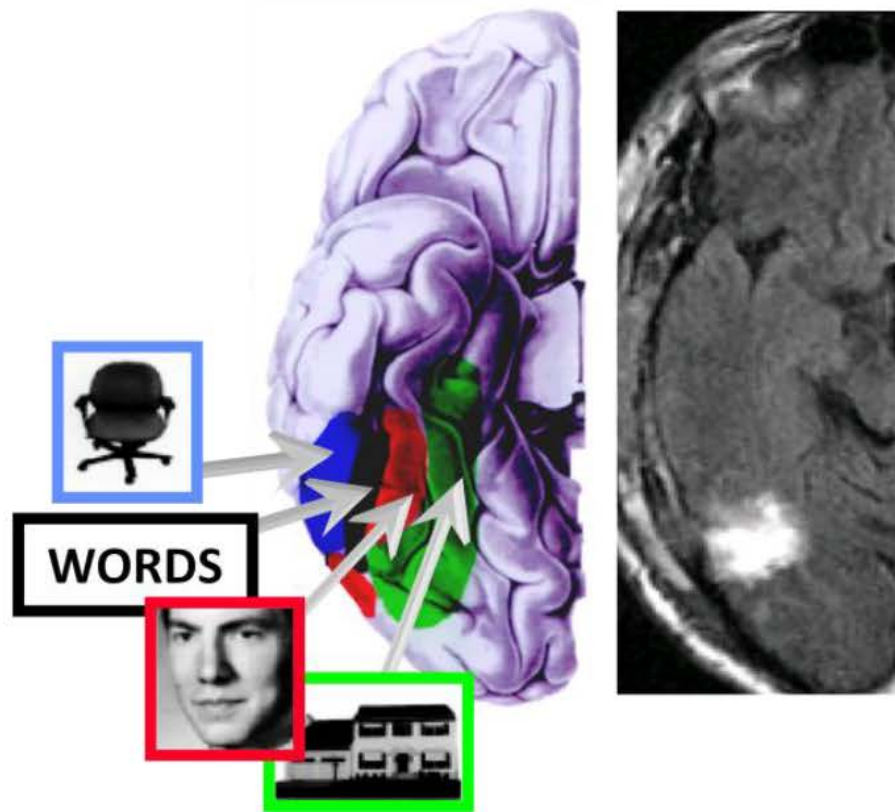
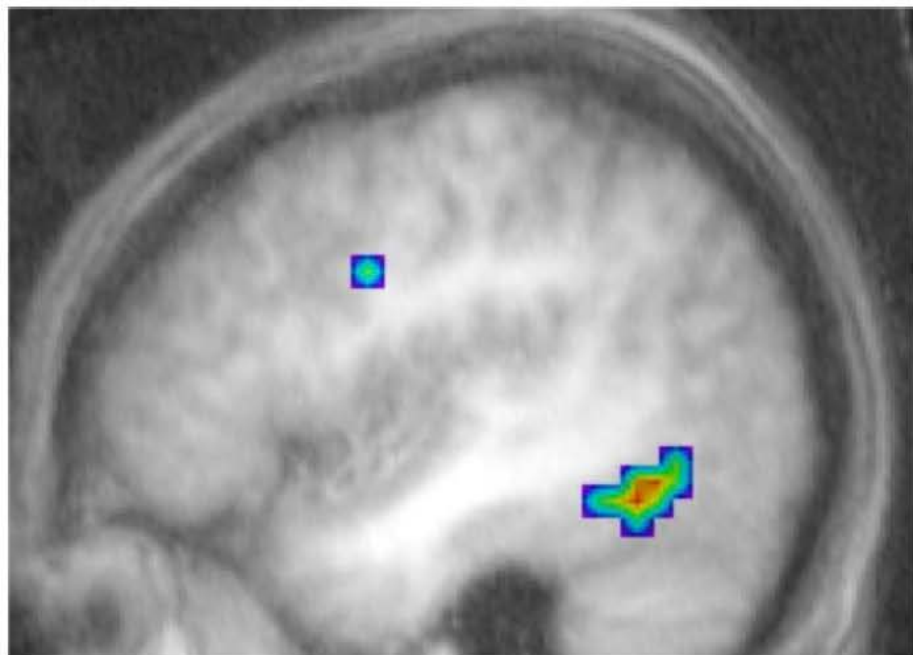


Podle současných představ má rozhodující úlohu ve vnímání psaného textu tzv. Visual Word Form Area (VWFA), která se nalézá v gyrus fusiformis vlevo. Kromě reakce na písmo vykazuje také reakci na obrazy předmětů, tváří a míst.

Léze VWFA způsobují alexii, neschopnost číst a porozumět psanému textu, stejně je postiženo rozeznání obličejů, předmětů a míst. VWFA reaguje identicky na „A“ i „a“.

VWFA se nachází v levé hemisféře, ale v případě, že dominantní pro řeč je pravá hemisféra, je VWFA také vpravo.

VWFA má spojení s foveální, parvocelulární částí zrakové kůry, u subhumánních primátů obsahuje tato oblast mnoho neuronů reagujících na kombinaci linií podobných písmenům T,L,X



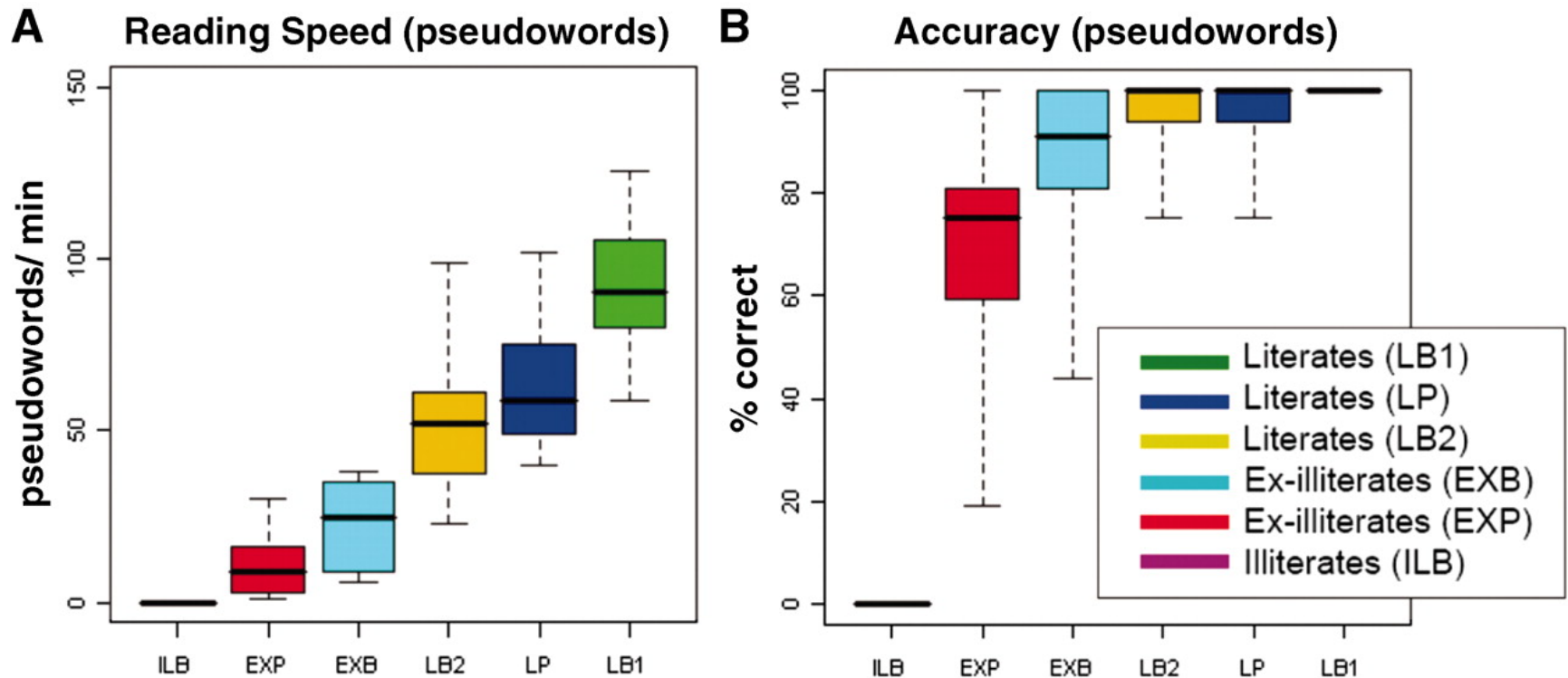
S. Dehaene se domnívá, že všechny druhy písma (hláskové v naší abecedě), slabičné (japonské Kana) a obrázkové (čínské písmo) jsou vybudovány na principech, které odpovídají optimálním podnětům neuronů ventrálního zrakového proudu subhumánních primátů.

Podle Dehaena osvojení si znalosti písma vytěsňuje z VWFA oblasti jiné původní funkce. Porovnáním aktivity mozku pomocí fMRI zjistili velké rozdíly v aktivaci VWFA a dalších oblastí mezi analfabety (z Brazílie, Portugalska a Belgie), ex-analfabety a kontrolními osobami – čtenáři.

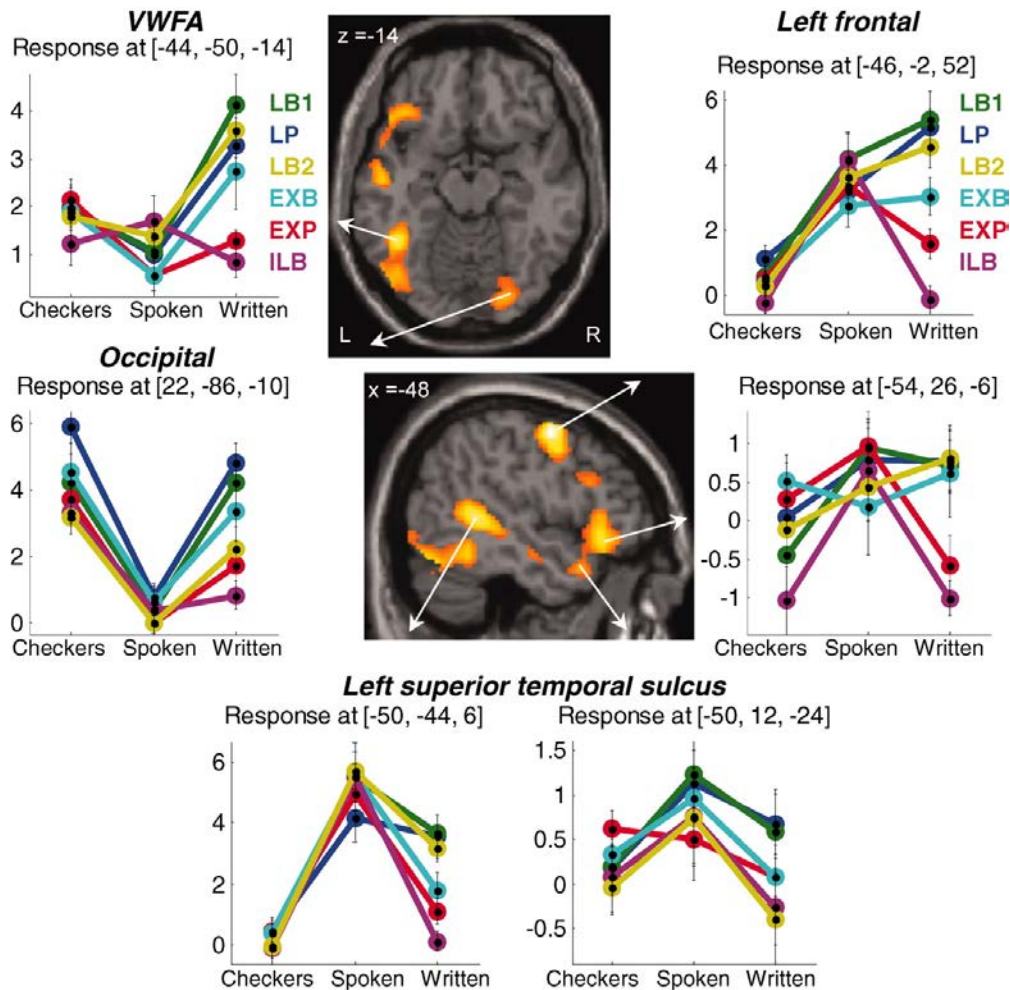
Aktivita v VWFA u čtenářů přesně koreluje s jejich schopností rychlého čtení, obecně řečeno je významně větší i na jiné zrakové podněty než u analfabetů a je (a to i ve zrakové kůře) větší na horizontální linii než na vertikální.

VWFA u analfabetů reagovala více na tváře, u ex-analfabetů a kontrol byla reakce na tváře výrazně menší.

The six groups of participants and their reading skills



Effects of literacy on brain responses to written sentences during the localizer

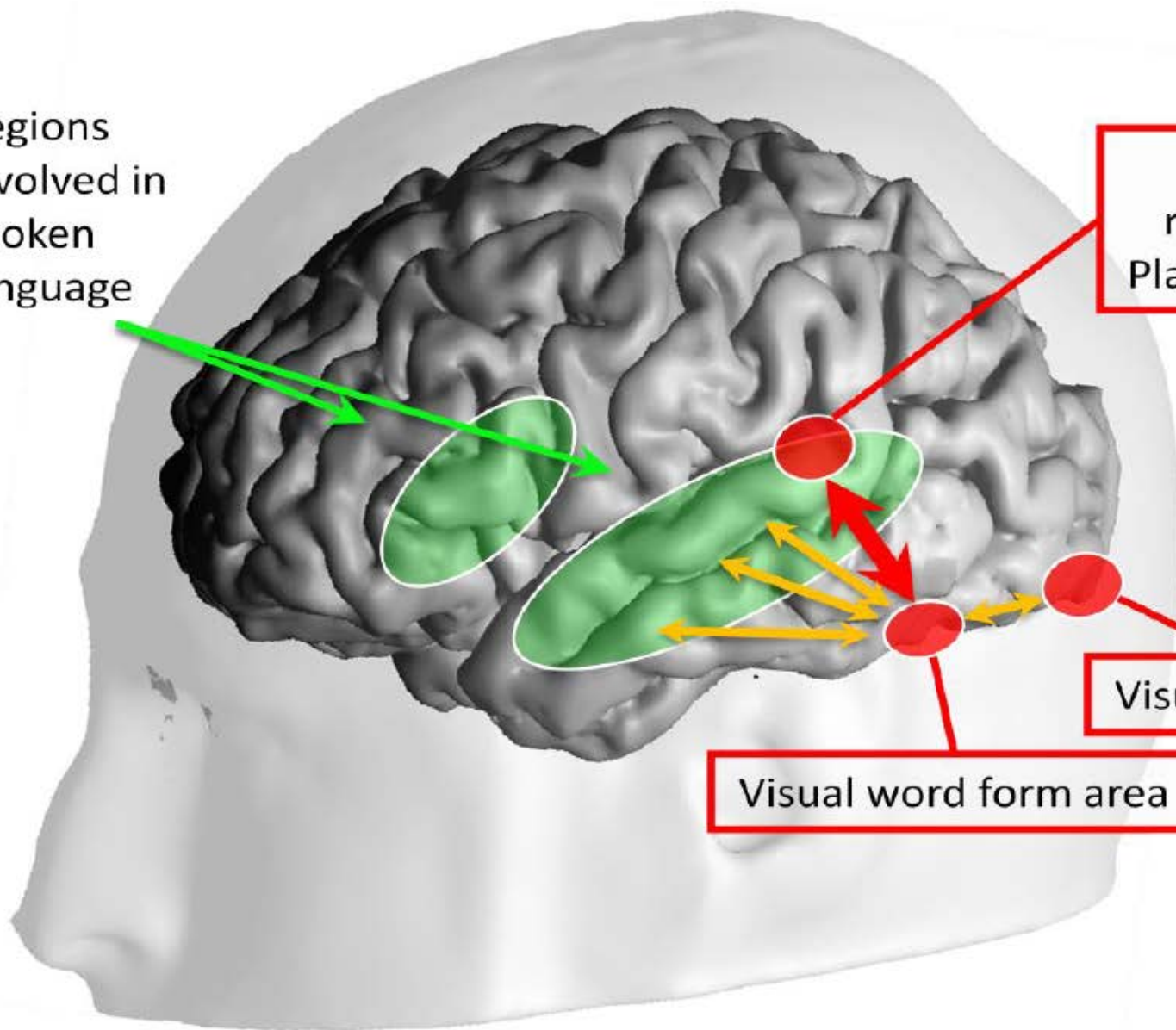


Regions involved in spoken language

Phonemic representation
Planum temporale

Visual cortex

Visual word form area



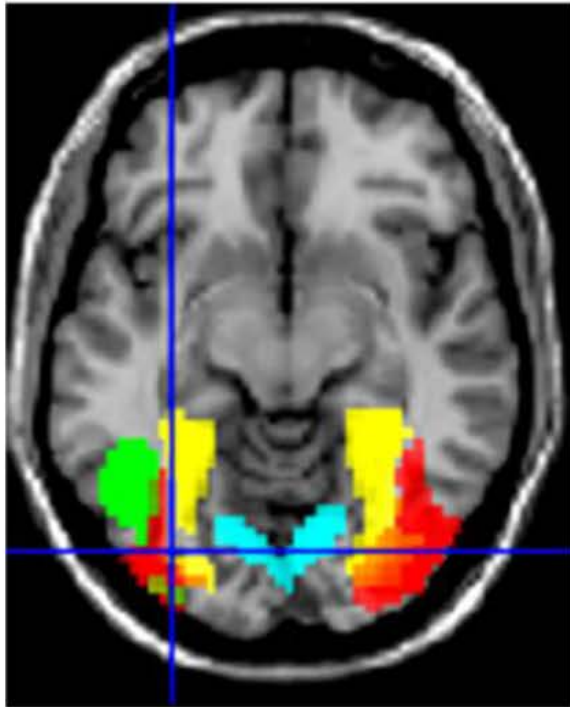
Porovnání 6-ti a 9-ti letých dětí ukázalo, že schopnost čtení zvětšuje reakci na písmo ve VWFA vlevo a také zvětšuje reakce na tváře ve fusiformním gyru vpravo. U dyslektiků není zvýšení přítomno.

VWFA u dětí a také u subhumánních primátů nerozlišuje zrcadlové obrazy (např. „b“ a „d“), tzv. zrcadlová invariance. Tuto schopnost nabýváme s učením se číst, analfabeti mají se zrcadlovou invariancí potíže.

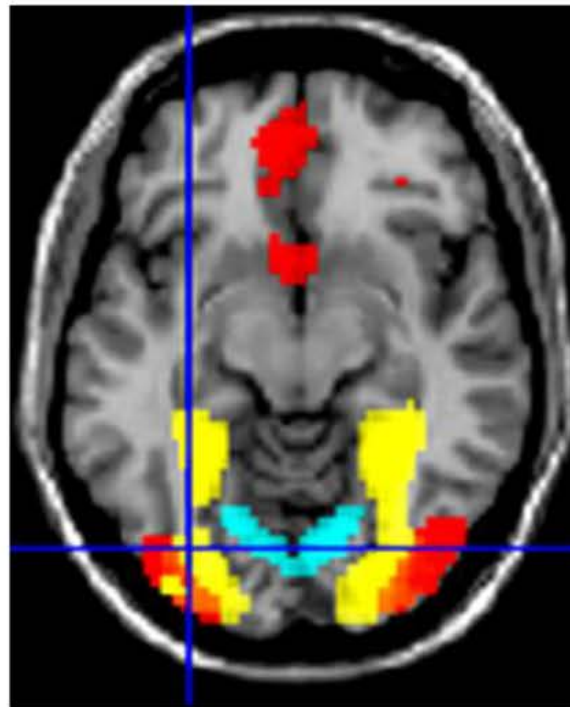
Schopnost plynulého čtení snižuje velikost aktivací oblastí spojených s řečí, například v gyrus cinguli. U čtenářů je však naproti analfabetům přítomna výrazně vyšší aktivace fonologické části planum temporale vlevo a to na mluvené slovo.

Vazba mezi fonologickou oblastí a VWFA je obousměrná, když mají určit čtenáři zda určitý mluvený text je smysluplné slovo nebo ne, aktivují při rozhodování VWFA.

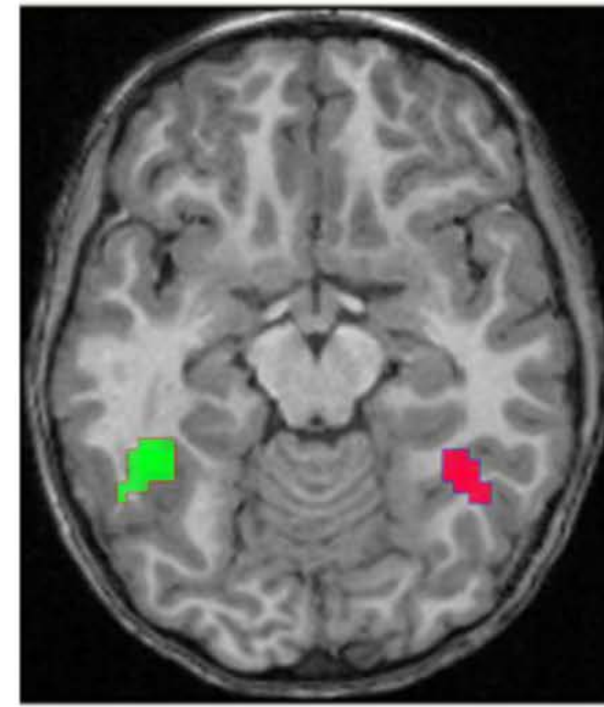
9 year-old
good readers



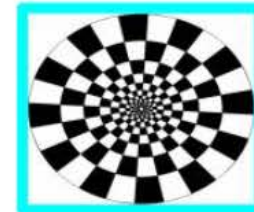
9 year-old
dyslexics



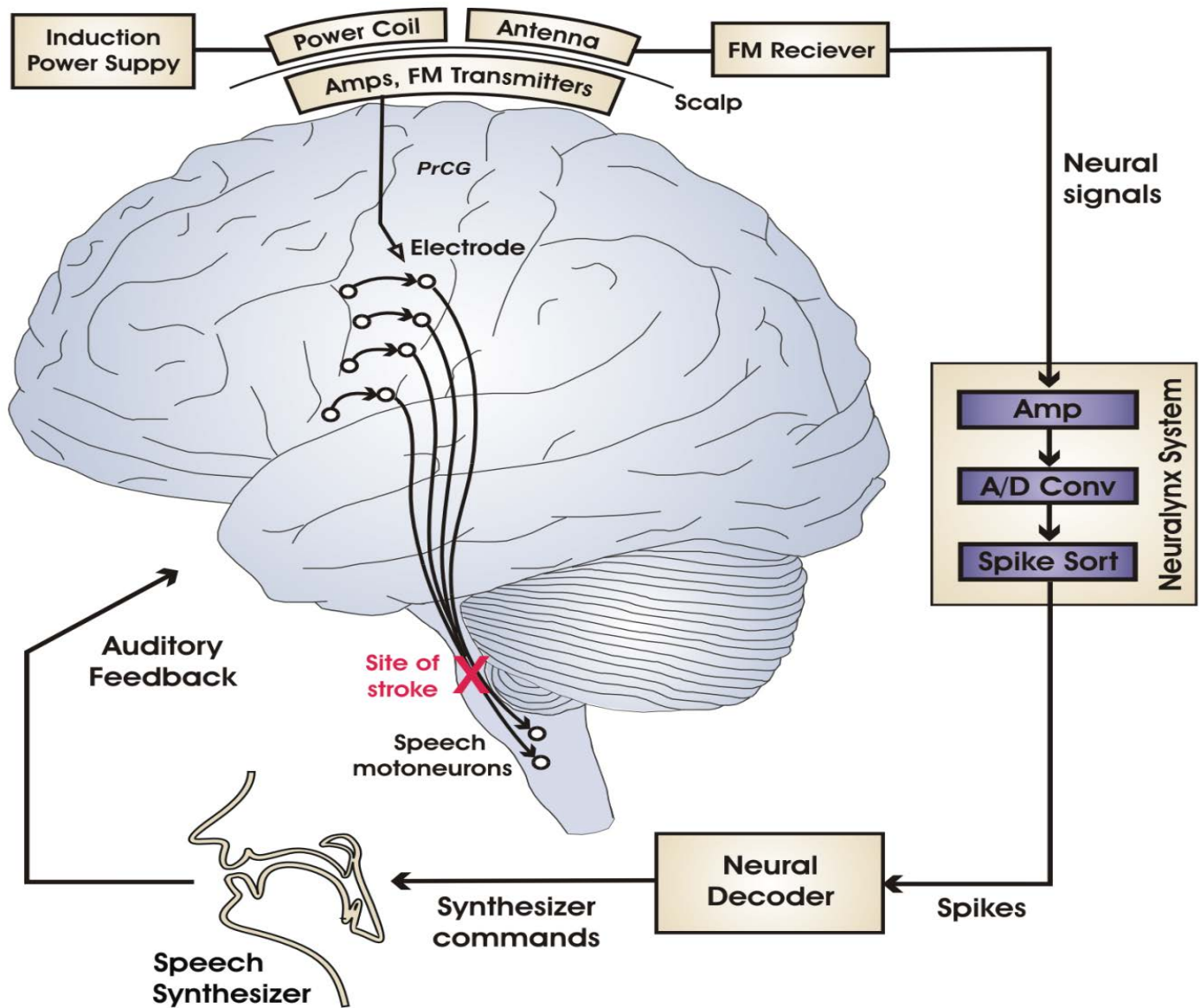
Greater activity in **good readers** than in **dyslexics**
for words **for faces**

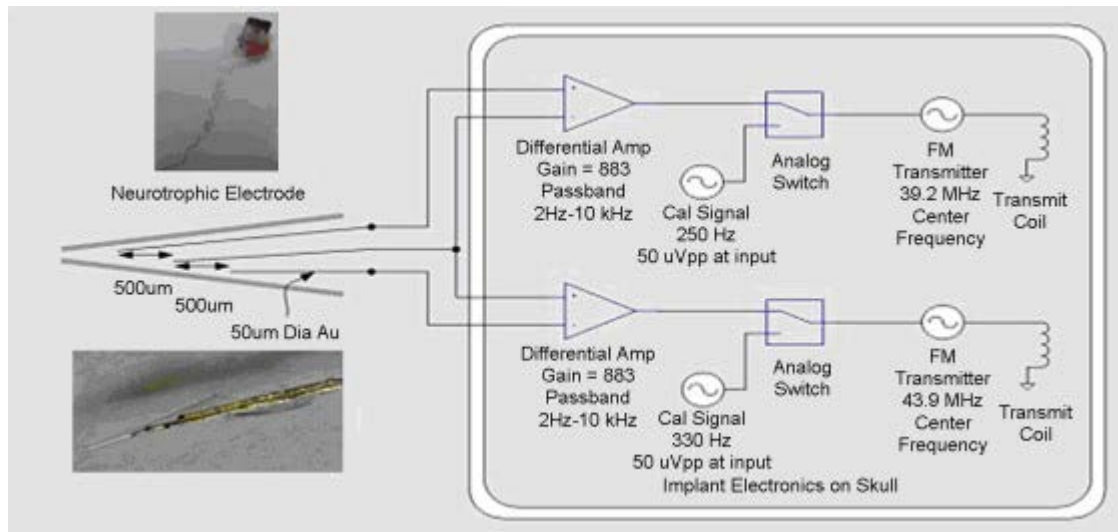
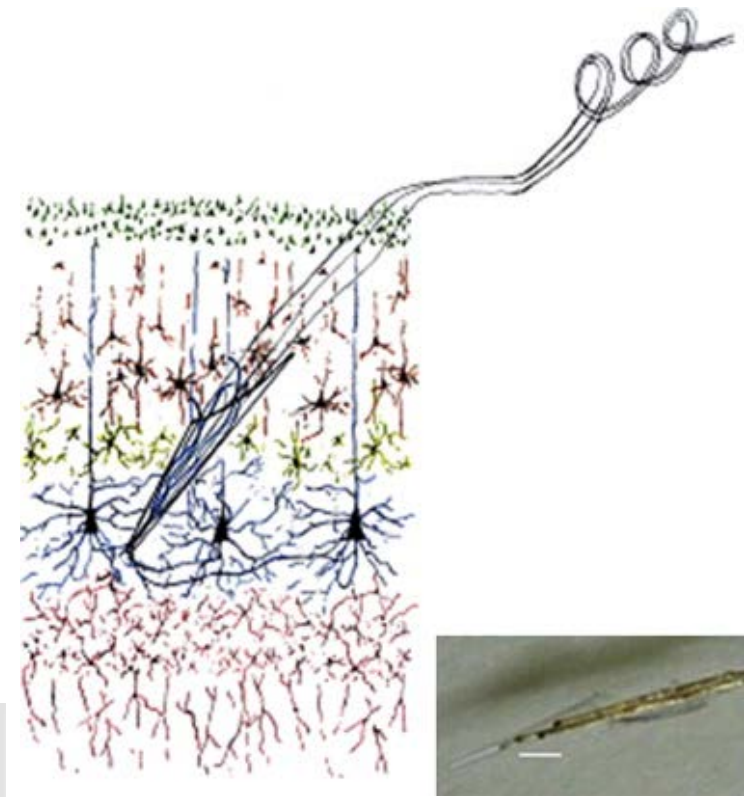
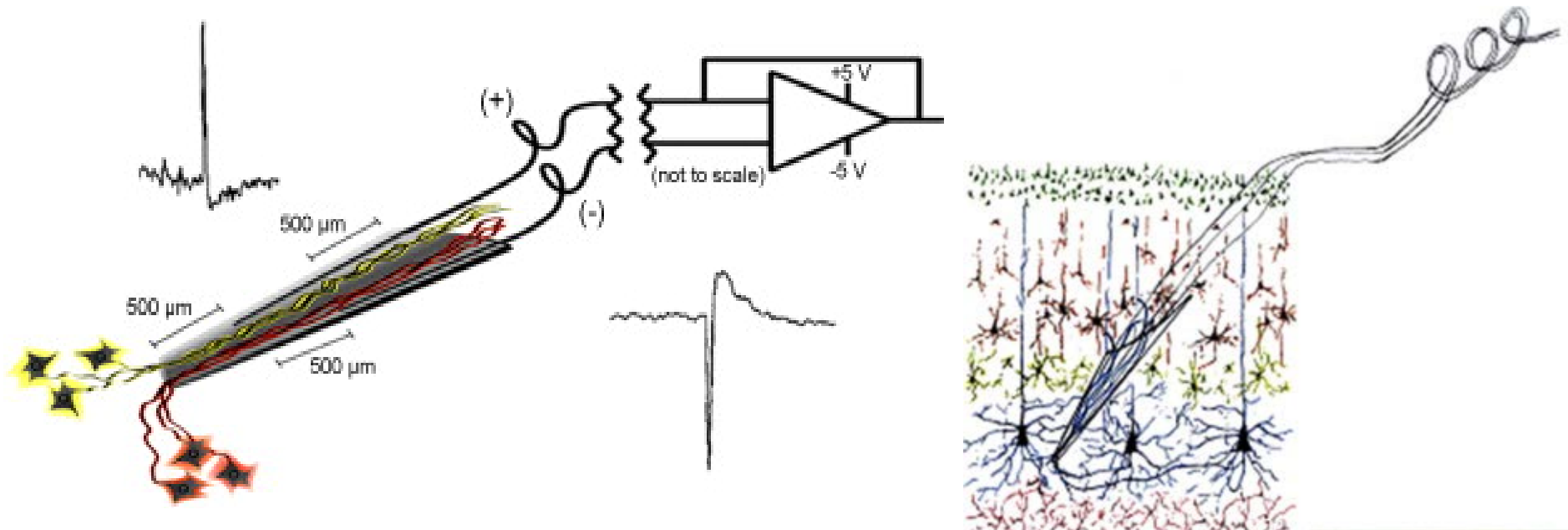


Words



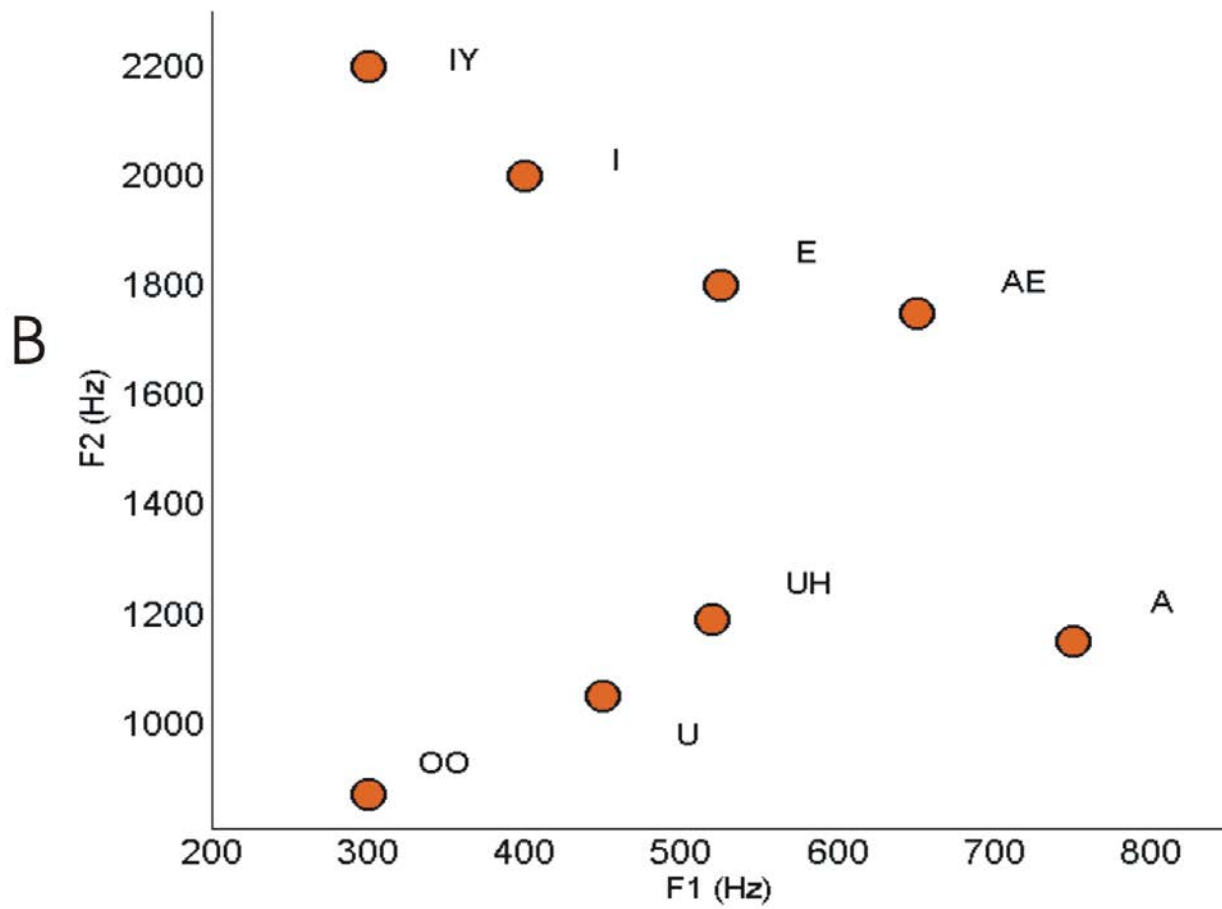
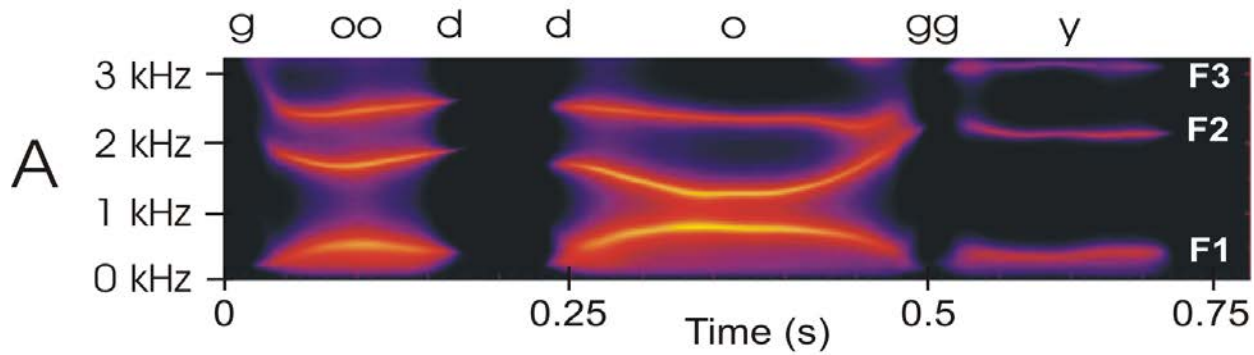
Protézování mozkových a sensorických funkcí





Bartels J, Andreasen D, Ehirim P, Mao H, Siebert S, et al. (2008) Neurotrophic electrode: Method of assembly and implantation into human motor speech cortex. *J Neurosci Meth* 174: 168–176.

Guenther et al., PlosOne 2009



Přibližně 1–2 děti z 1000 se narodí jako neslyšící

V 80 % případů je ztráta sluchu jediným příznakem, je nesyndromová

Ve více než polovině případů se jedná o monogenní ztrátu sluchu

Celkem je dnes známo 35 genů způsobujících ztrátu sluchu

Téměř v 50 % případů vrozené ztráty sluchu se jedná o mutaci genu GJB2

Gen GJB2 kóduje protein mezerového spoje (gap junction) connexin 26

Connexin 26 je přítomen ve vnitřním uchu v podpůrných buňkách Cortiho orgánu, ve fibrocytech ligamenta spirale a ve stria vascularis

Connexin 26 je zapojen do recyklace draslíkových iontů z vláskových buněk zpět do endolymfy

Kochleární implantáty – elektrická stimulace vláken sluchového nervu, vyvinuty v 70-tých letech v USA a v Austrálii, v České republice zavedeny po r. 1989

Ve světě je dnes přes 200 tis. uživatelů kochleárních implantátů, v České republice v současné době víc než 600, z toho 500 dětí

Cena zařízení a operace: přibližně 1 mil. Kč

Podmínkou pro užití kochleárního implantátu jsou funkční vlákna sluchového nervu, v případě nefunkčních vláken je možné použít tzv. kmenový implantát, v ČR jej má 6 pacientů

Optimální počet implantací u neslyšících dětí na 10 mil. obyv. se odhaduje asi 100 /rok, u nás je to 20–30 dětí z celkového počtu 40 implantací prováděných ročně

Optimální období pro zavedení kochleárního implantátu je u dětí s vrozenou ztrátou sluchu mezi prvním a druhým rokem života. Po 7 letech života dítěte se ztrácí možnost rozvoje řečové funkce.

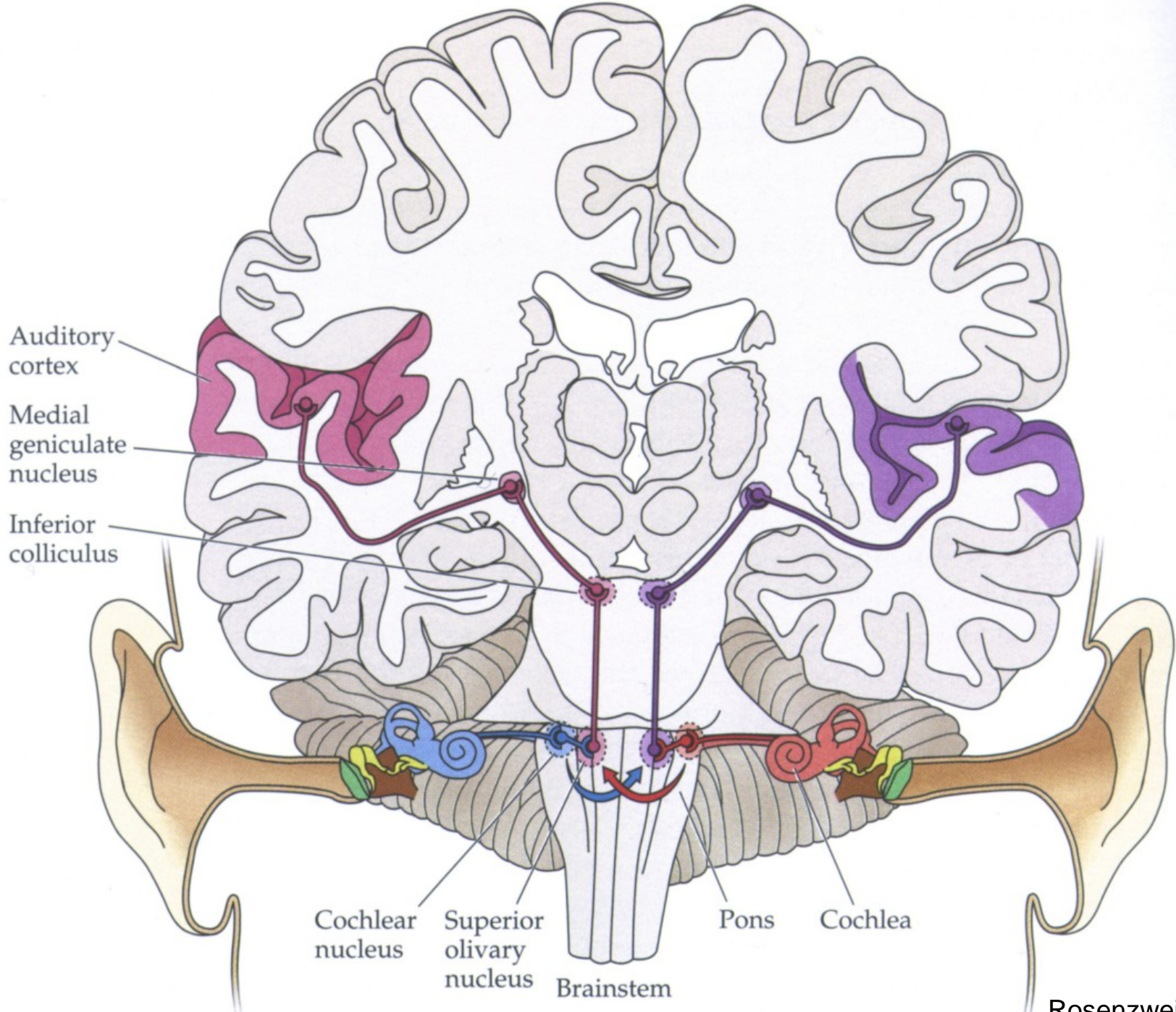
Bezprostředně po implantaci následuje období aktivní rehabilitace sluchu a osvojování si sluchových vjemů. Toto období trvá nejméně dva roky.

Většina dětí 5 let po implantaci rozumí konverzaci bez odezírání ze rtů a může konverzovat po telefonu s osobou se známým hlasem.

Ve většině vyspělých zemí světa se dnes pro odhalení sluchové ztráty u novorozenců používá plošně dvoufázový screening.

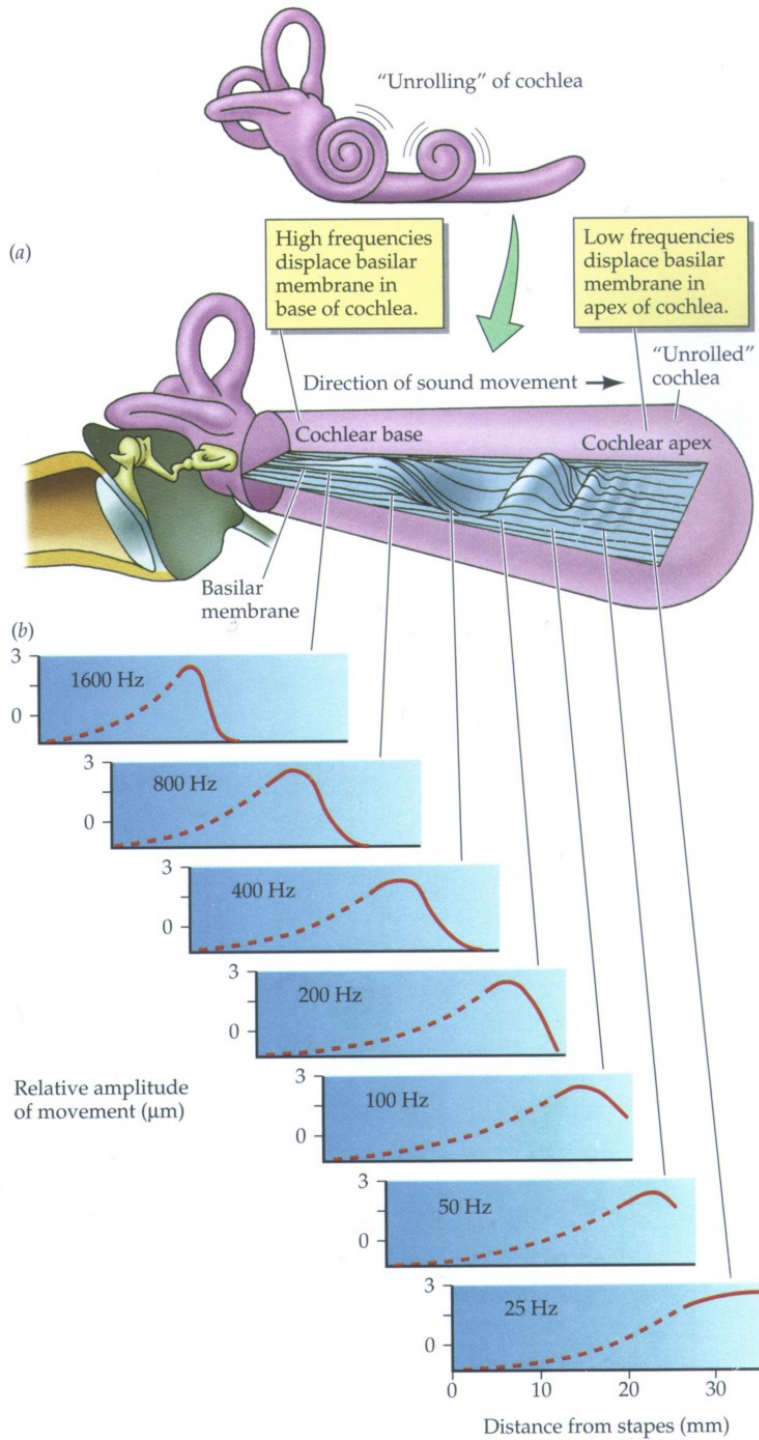
V první fázi se všichni novorozenci vyšetří metodou otoakustických emisí. Vyšetření informuje o tom, že v uchu jsou funkční vnější vláskové buňky.

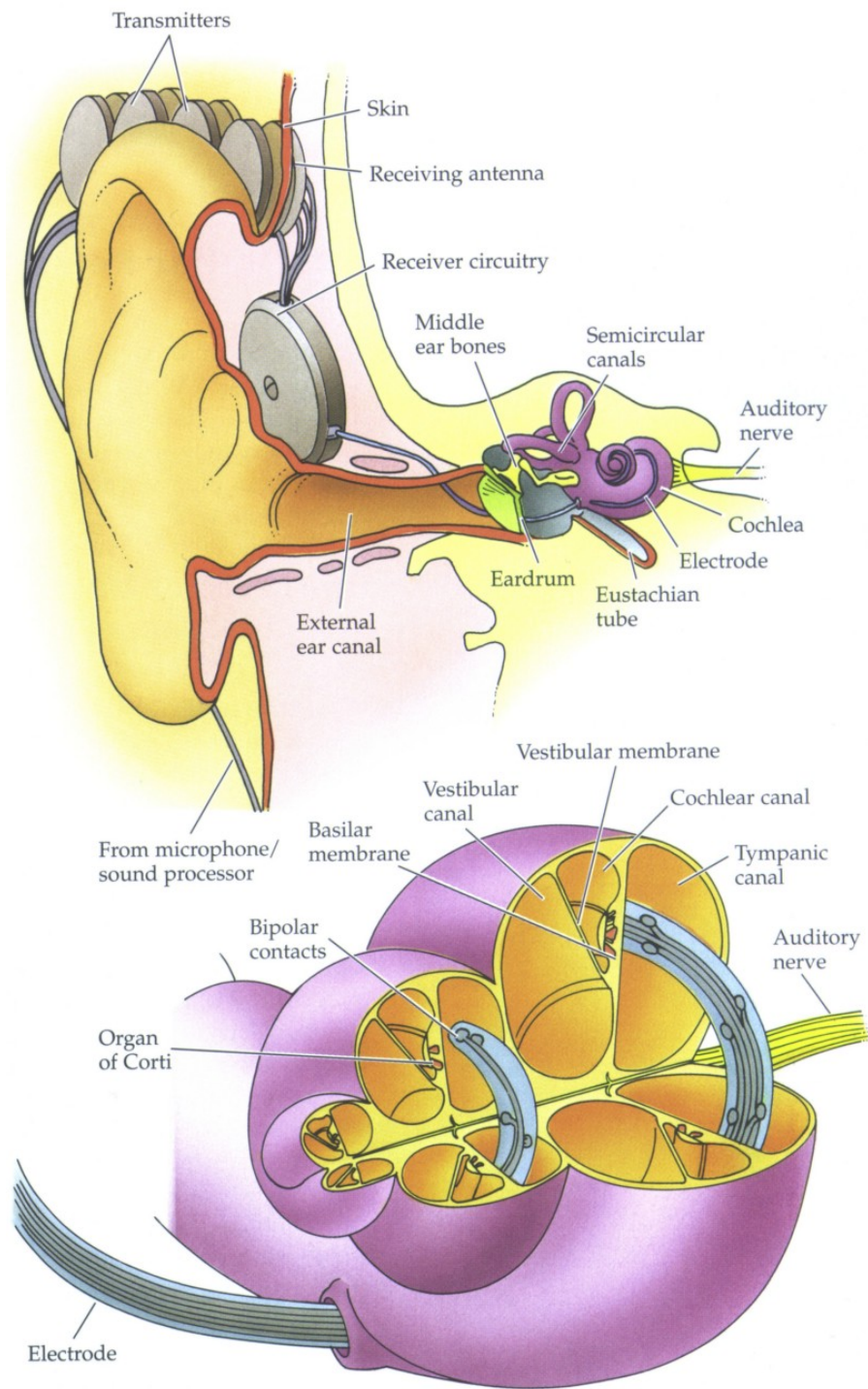
U nevýbavných emisí se přikročí ve druhé fázi k vyšetření evokovaných potenciálů – elektrických odpovědí sluchového systému mozku na zvuk.

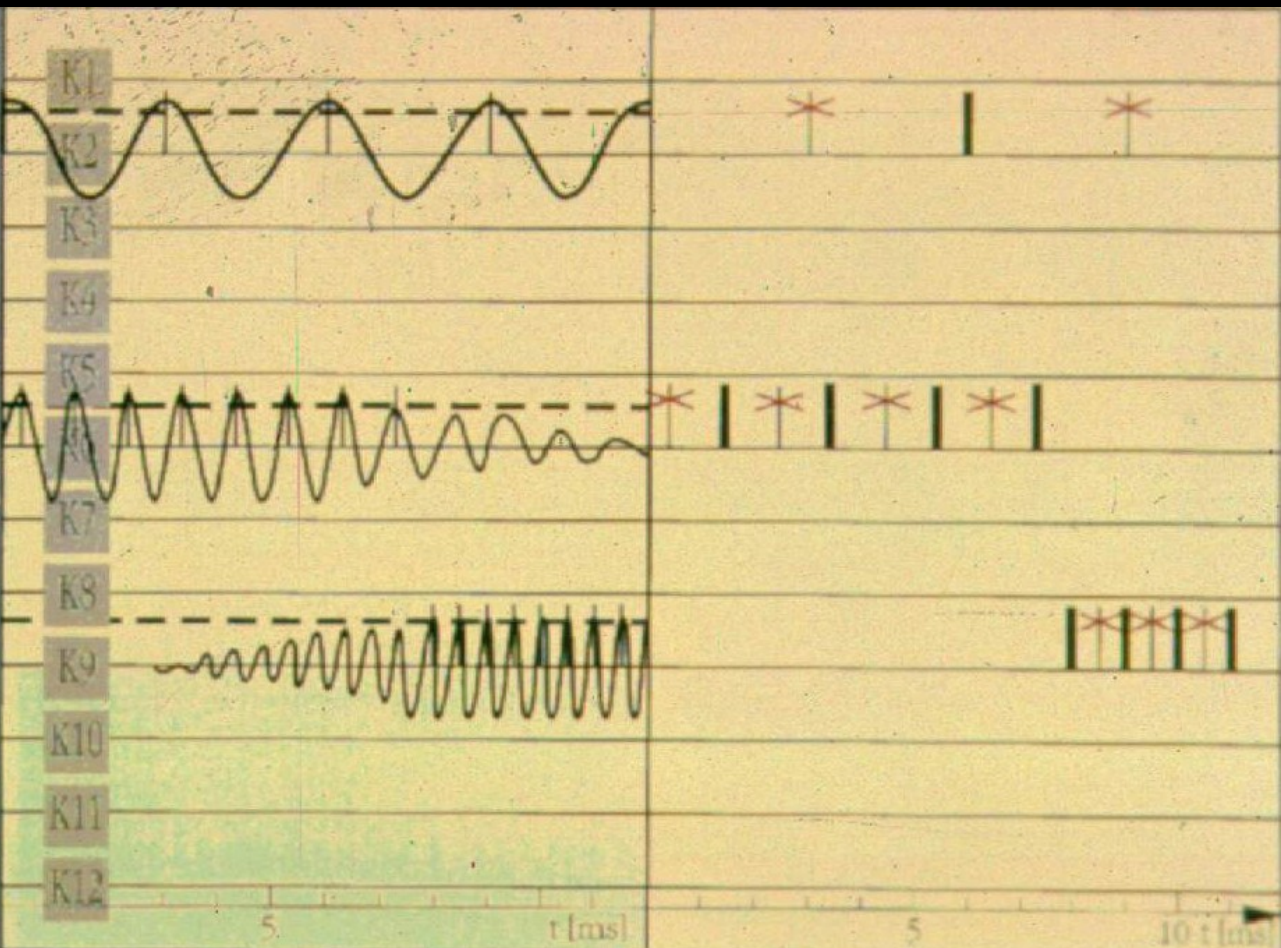


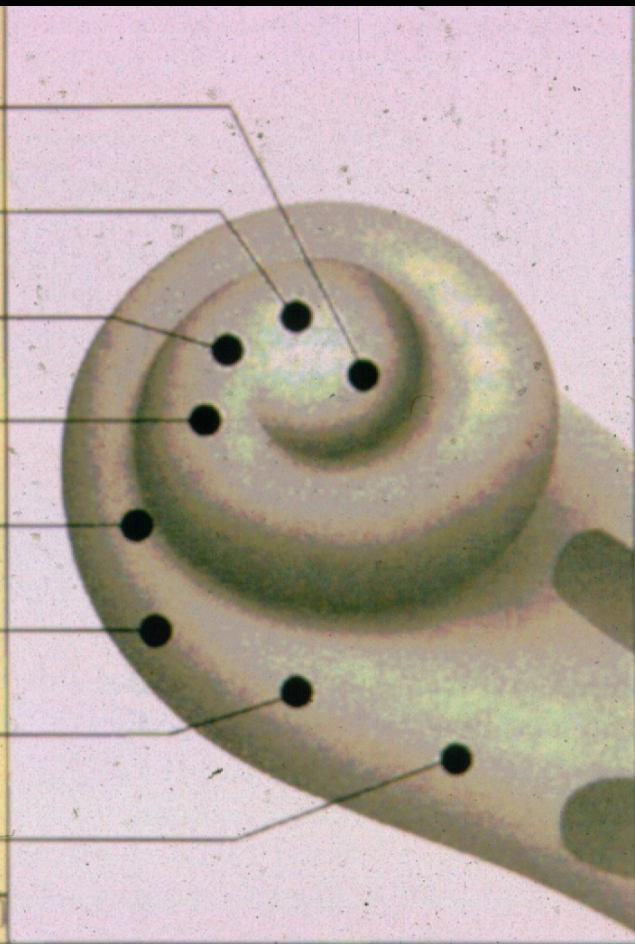
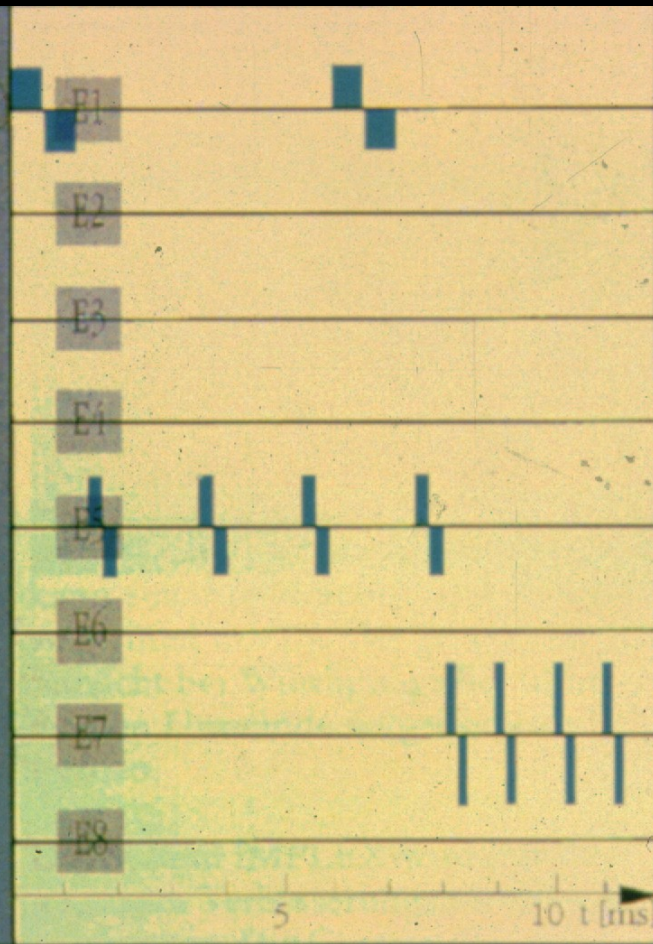
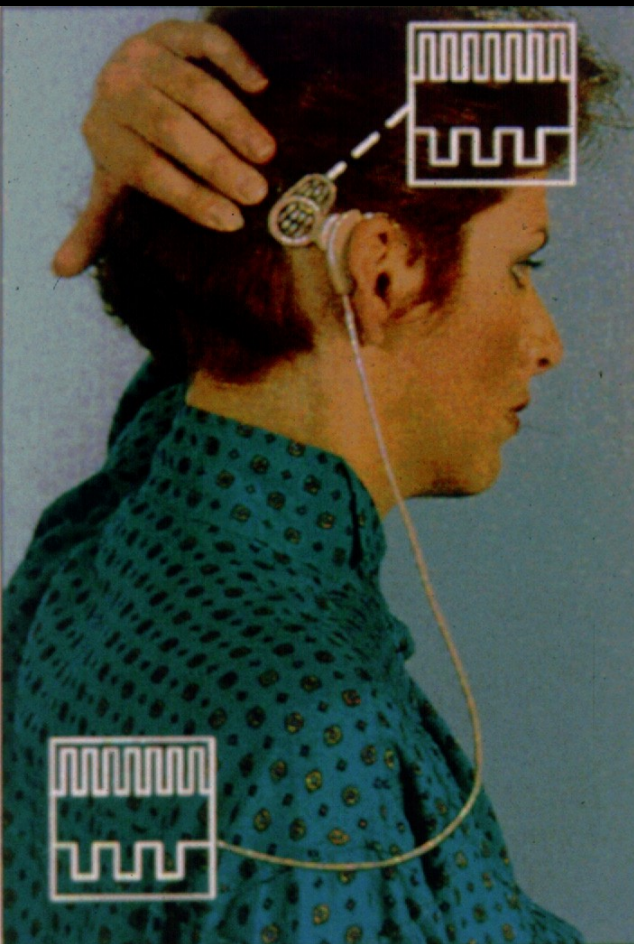
Auditory cortex
 Medial geniculate nucleus
 Inferior colliculus

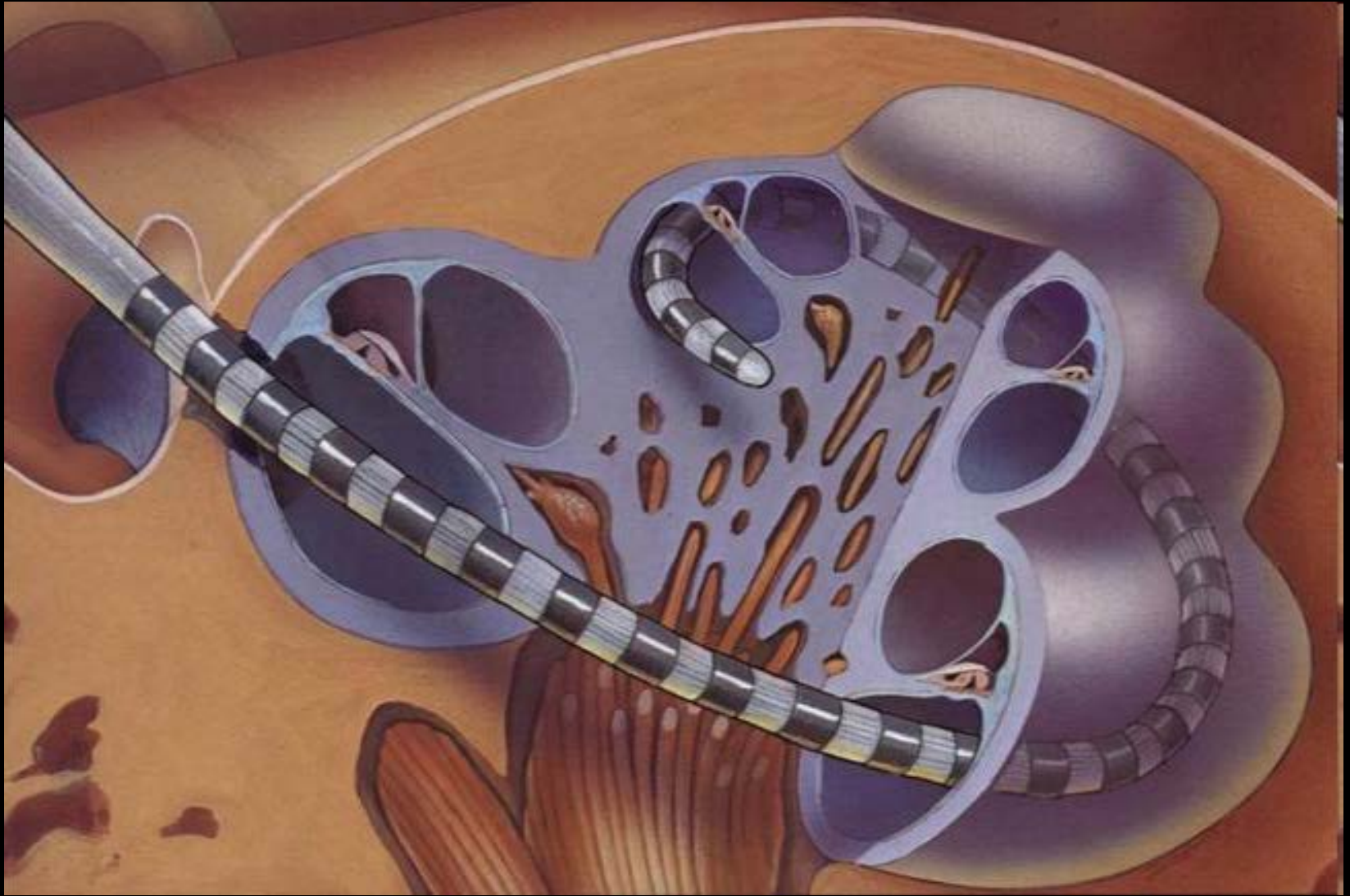
Cochlear nucleus
 Superior olivary nucleus
 Brainstem
 Pons
 Cochlea















DIRECTIONAL
MICROPHONE/TRANSMITTER

TWENTY-TWO ELECTRODE ARRAY

RECEIVER/STIMULATOR

nucleus
SPEECH PROCESSOR

- 1. Comfort and peace of mind**
Sleek design gives comfortable, secure fit.

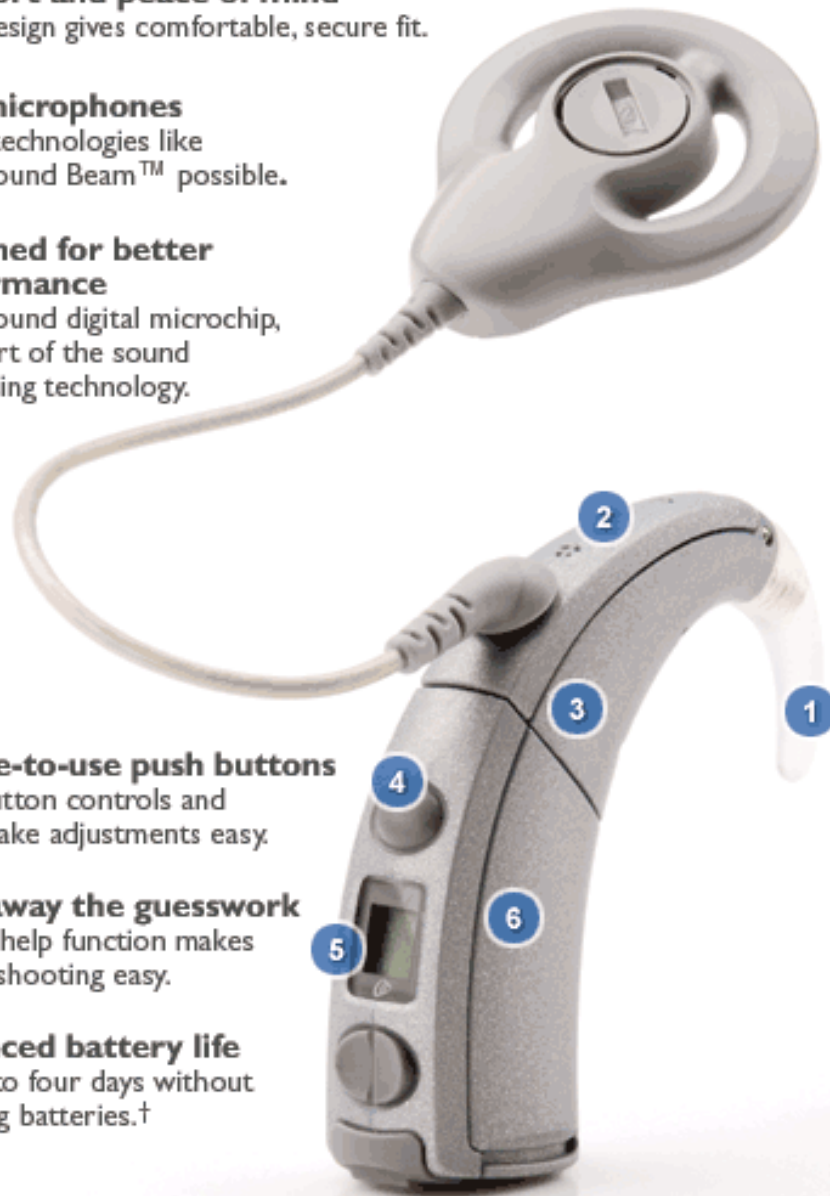
- 2. Two microphones**
Makes technologies like SmartSound Beam™ possible.

- 3. Designed for better performance**
SmartSound digital microchip, the heart of the sound processing technology.

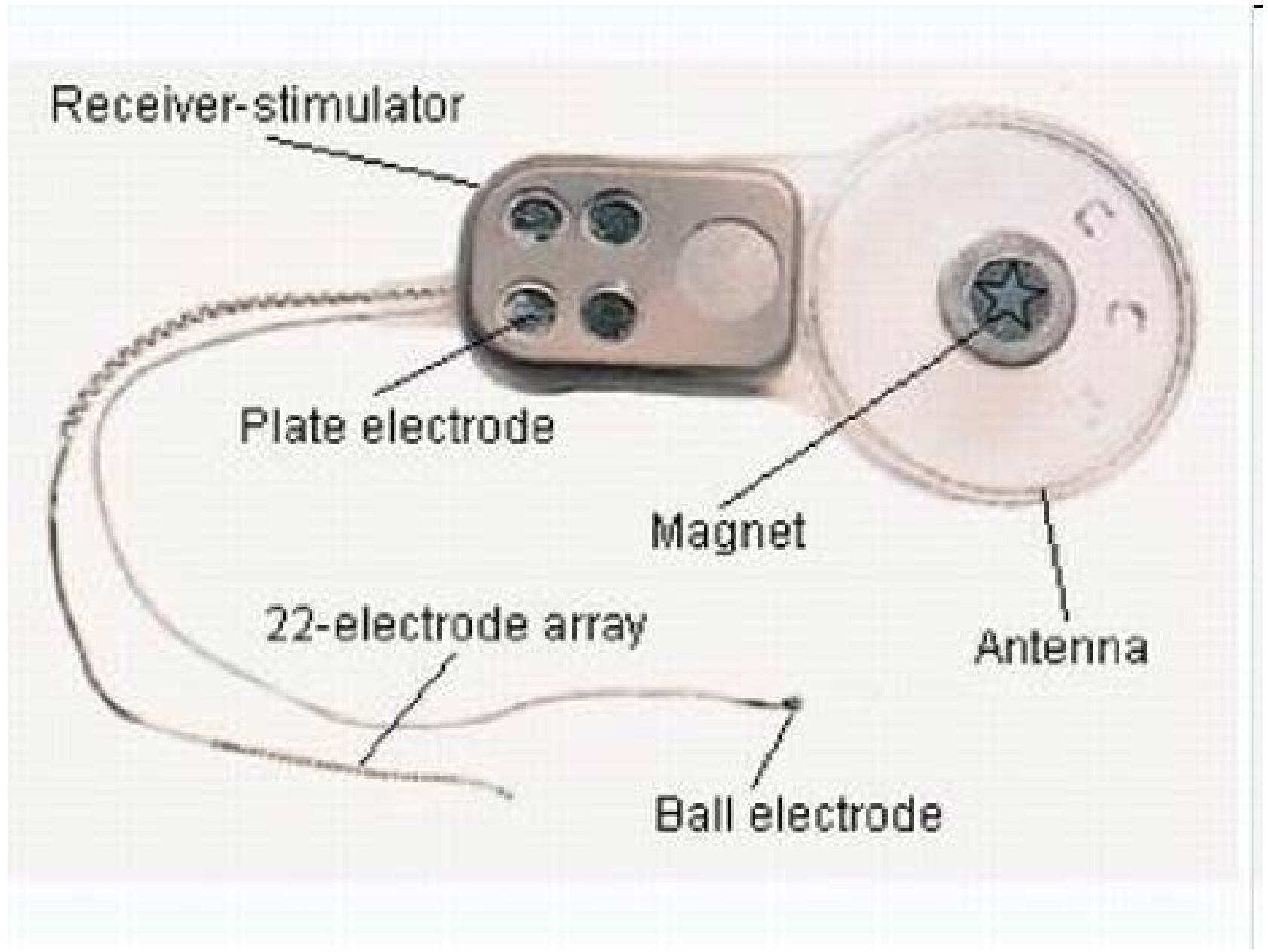
- 4. Simple-to-use push buttons**
Push-button controls and LCD, make adjustments easy.

- 5. Take away the guesswork**
In-built help function makes troubleshooting easy.

- 6. Enhanced battery life**
Go up to four days without changing batteries.†



†Results vary; dependant on user's coding strategy and rate.



Zrakové neuroprotézy jsou vyvíjeny intensivně od šedesátých let 20. století, zatím bez možnosti použít je v běžné klinické praxi.

Hlavní problém spočívá v obtížnosti nahradit zaniklé receptory – tyčinky a čípky – jejichž celkové množství v sítnici oka činí přes 120 milionů a stejně tak nahradit 1 milion vláken zrakového nervu.

Nejčastější příčinou zániku receptorů je kromě vrozené ztráty zraku zánik funkce pigmentové vrstvy sítnice – retinitis pigmentosa nebo zánik receptorů v místě nejostřejšího vidění – makulární degenerace.

Implantáty, které obsahují desítky až stovky stimulačních elektrod, se umísťují v oku buď subretinálně nebo epiretinálně, dále se vyvíjejí prstencové implantáty pro stimulaci vláken zrakového nervu a vhojují se mnohočetné elektrody přímo do zrakové kůry mozku.

