

Stanovení laterality sluchových funkcí pomocí EEG u mladých dospělých s normálním sluchem

Himmel G.¹, Gerla V.², Bureš Z.¹⁺², Chovanec M.¹, Profant O.¹⁺³

1 Klinika otorinolaryngologická 3. LF UK a FNKV; 2 Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT v Praze, 3 Oddělení neurofyzologie sluchu, Ústav experimentální medicíny AVČR

Úvod

Centrální sluchový systém integruje rychlé temporální a spektrální změny akustického signálu. Teorie asymetrického vzorkování v čase (Poppel 2003, *Asymmetric Sampling in Time*, AST) předpokládá funkční specializaci hemisfér, přičemž levá hemisféra preferenčně zpracovává rychlé temporální změny, zatímco pravá hemisféra je více zapojena do zpracování pomalejších změn, spektrálních charakteristik a obálky akustického signálu. Mismatch negativity (MMN) a index laterality (*Laterality Index*, LI) mohou představovat objektivní elektrofyziologické ukazatele preatentivní kortikální diskriminace a její hemisférické asymetrie.

Cíl

Navrhnout a standardizovat EEG metodologii pro hodnocení hemisférické laterality kortikálního zpracování komplexní baterie tonálních a řečových stimulů u mladých zdravých osob.

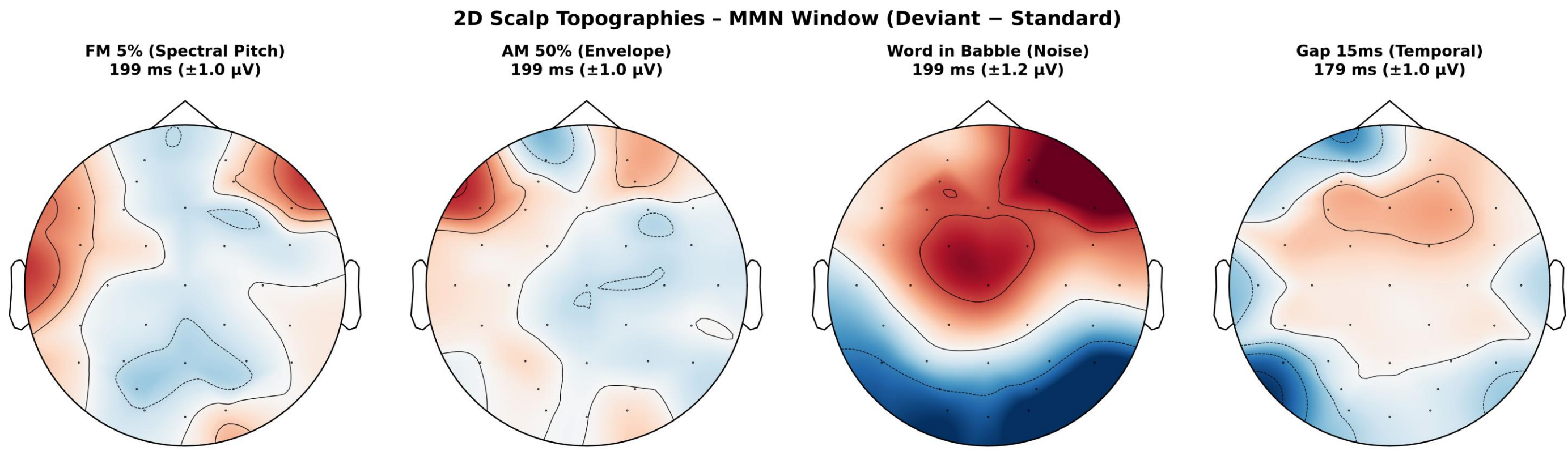
Metodika

- Kohorta:** 17 zdravých osob ve věku 21-29 let.
- Akvizice a předzpracování:** 32kanálové EEG (BioSemi, systém 10-20), pásmová filtrace 0,5-30 Hz, odstranění artefaktů pomocí ICA, průměrná reference.
- Oddball paradigma:** frekvenční modulace (FM 5 %), amplitudová modulace (AM 50 %), detekce pauzy v šumu (*Gap*, 15 ms) a slovo v šumu.
- Analýza:** RM-ANOVA amplitudy odpovědi na Cz v časovém okně 100–250 ms a výpočet indexu laterality LI = $(R - L) / (|R| + |L|)$ pro páry elektrod T7/T8, FC5/FC6 a F7/F8.

Výsledky

- Celkový efekt stimulace na Cz:** byl prokázán výrazný efekt typu stimulu ($F(11,165) = 19,18$; $p < 0,000001$).
- Frekvenční modulace (FM 5 %):** MMN vykazovala pravostrannou frontocentrální asymetrii (FC5/FC6; LI = $-0,28^*$), odpovídající preferenčnímu zapojení pravé hemisféry při zpracování spektrálních změn.
- Amplitudová modulace (AM 50 %):** amplitudová MMN vykazovala výraznou pravostrannou temporální predominanci (T7/T8; LI = $-0,42^*$), svědčící pro asymetrické zpracování změn akustické obálky.
- Slovo v šumu:** byl zaznamenán výrazný akustický orientační komplex ($p < 0,000001$) s pravostrannou frontální asymetrií (F7/F8; LI = $+0,22^*$), pravděpodobně odrážející zvýšené nároky na segregaci relevantního řečového signálu od konkurenčního šumu.
- Detekce pauzy v šumu (*Gap*, 15 ms):** odpověď byla bilaterálně symetrická bez jednoznačné hemisférické preference (LI = $-0,09$).

Akustický parametr	Okno	Cz (uV)	p vs. standard	Index laterality (LI)	Hemisferická dominance
FM 5% (frekvenční modulace)	100-250 ms	-1.16	$p < 0.005$	FC6 (LI = -0.28^*)	Prava hemisféra (AST)
AM 50% (amplitudová modulace)	100-250 ms	-0.94	$p < 0.003$	T8 (LI = -0.42^*)	Prava hemisféra (AST)
Slovo v šumu	100-250 ms	+2.09	$p < 0.000001$	F8 (LI = $+0.22^*$)	Prava frontální (filtrace)
Gap 15 ms (temporální změna)	100-250 ms	-0.90	$p < 0.002$	Bilaterální (LI = -0.09)	Bilaterální symetrie



Poděkování

Práce byla podpořena Grantovou agenturou Univerzity Karlovy (GA UK). Zvláštní poděkování za odborné a akademické vedení patří Prof. Dr. Martinu Meyerovi, Dr. Patricku Neffovi a Nicku Sommerhalderovi, MSc, z Center for the Interdisciplinary Study of Language Evolution, University of Zurich, Švýcarsko.



Závěry

- Předběžné výsledky ukazují rozdílnou hemisférickou lateralizaci podle charakteru stimulu. Pravostranná predominance při zpracování frekvenční a amplitudové modulace je v souladu s konceptem AST, lateralizaci však na rozdíl od původní teorie AST nepozorujeme nutně jen v primární sluchové kůře, ale i v širších fronto-centrálních a frontálních sítích.
- Výsledky doplňují naše předchozí fMRI nálezy (Fuksa, Profant et al., 2022), podle nichž lateralizace sluchového zpracování závisí na charakteru a komplexitě stimulu. Rozdílná lateralizace EEG a fMRI u řeči v šumu může odrážet odlišné časoprostorové charakteristiky obou metod a různé úrovně kortikálního zpracování.
- Kombinace EEG a fMRI tak podporuje koncept **dynamické hemisférické specializace sluchového zpracování**. Další výzkum by měl ověřit vliv věku a sluchových patologií na lateralizaci.

Citace: Fuksa, Profant et al., 2022 – *Frontiers in Neuroscience*