

BULLETIN VOL. 5

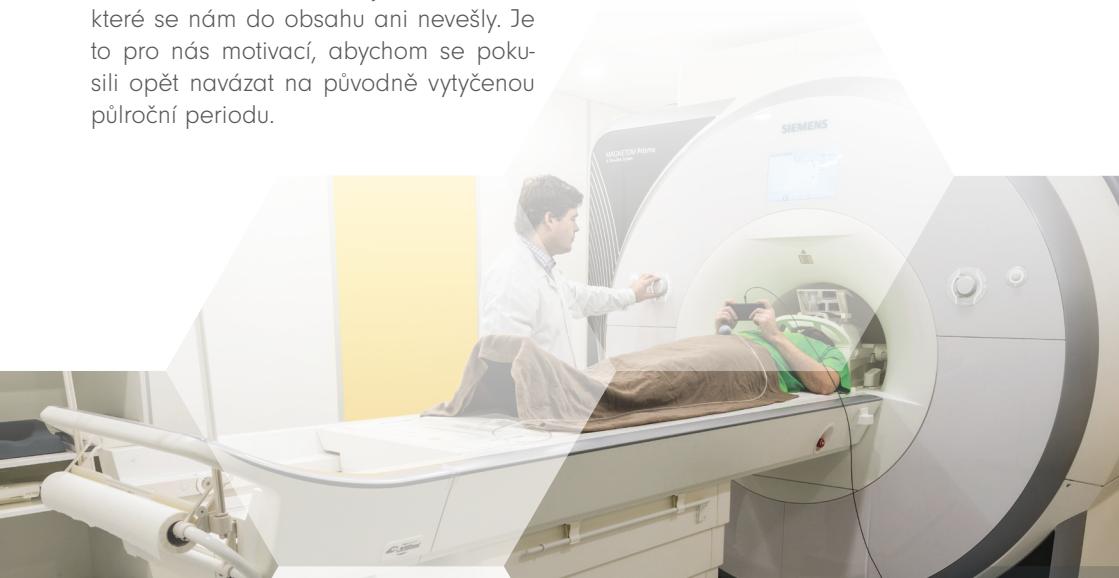
sdílené laboratoře **MAFIL**

ÚVODNÍ SLOVO

Vážení výzkumníci, kolegové, zájemci o služby naší sdílené laboratoře, aktuální vydání informačního bulletinu bylo připraveno po delší přestávce. Od posledního čísla uplynulo téměř 1,5 roku. Na přípravě obsahu jsme začali pracovat již v závěru roku 2018 s předpokladem distribuce ještě v lednu 2019. Skutečnost je však taková, že finální verze bulletinu se k Vám dostává až na jaře 2019. Jelikož 1,5 roku je dlouhá doba, přinášíme vám mnoho novinek a zajímavostí a některé se nám do obsahu ani nevešly. Je to pro nás motivací, abychom se pokusili opět navázat na původně vytyčenou půlroční periodu.

V aktuálním čísle se dozvíte o novinkách v infrastrukturních projektech, o novém hardwarovém vybavení i měřicích sekvencích. Představíme vám tzv. multi echo sekvence využívané pro funkční mapování mozku a přehled zajímavých čísel a faktů o naší laboratoři a na závěr přinášíme malé zpestření.

Za CF MAFIL
Michal Mikl





NOVINKY V INFRASTRUKTURNÍCH PROJEKTECH

Pravidelní čtenáři našeho bulletinu již vědí, že naše laboratoř je zapojena v národním (<https://www.czech-bioimaging.cz/>) i mezinárodním (<http://www.eurobioimaging.eu/>) projektu výzkumných infrastruktur a skrze tyto projekty nabízí otevřený přístup všem uživatelům. V roce 2017 probíhala evaluace národních projektů výzkumných infrastruktur.

Czech-Biolmaging se zařadil do skupiny nejlépe hodnocených infrastruktur, což je důležitý aspekt i pro finanční podporu této infrastruktury. Měli bychom tedy být schopni i v letech 2020 až 2022 poskytovat stejnou úroveň podpory přístupu uživatelů. Díky projektu OP VVV jsme v rámci národního konsorcia mohli pořídit i některé investice do rozvoje laboratoře. Nově získané vybavení je popsáno v samostatné kapitole. V první polovině roku 2019 je v plánu dokončit ještě pořízení několika položek vyba-

vení ze stávajícího projektu. Současně již pracujeme na přípravě nové žádosti o investiční podporu infrastruktury Czech-Biolmaging, která by se měla vztahovat na roky 2020–2022.

V průběhu roku 2018 probíhal vývoj i v rámci evropské infrastruktury **Euro-Biolmaging**, která zahájila kroky nezbytné ke zřízení právní formy ERIC. ERIC je zkratka anglického názvu "European Research Infrastructure Consortium". Úspěšné získání ERIC se očekává začátkem roku 2019 a bude znamenat přechod z přípravné fáze do plnohodnotného fungování infrastruktury. V souvislosti s propagací mezinárodní infrastruktury EuroBioImaging pokračuje i speciální výzva naší laboratoře na přístup nových uživatelů přes Euro-Biolmaging – detaily jsou uvedeny v samostatném článku tohoto bulletinu.



POKRAČOVÁNÍ PODPORY PŘÍSTUPU NOVÝCH EXTERNÍCH UŽIVATELŮ

I v roce 2019 pokračuje podpora na přístup uživatelů přes EuroBioImaging. Podpora je určena pro první přístup daného uživatele přes projekt EuroBioImaging (viz. odkaz <https://www.eurobioimaging-interim.eu/>). Pokud je projekt úspěšně vyhodnocen, získá uživatel výchozí počet

měřících hodin zdarma (cca 20–25 hodin dle typu požadovaných přístrojů/služeb a náročnosti projektu) a následující měření a služby jsou pak zpoplatněny za zvýhodněnou infrastrukturní cenu (jako při standardním přístupu Czech-Biolmaging open access).

UDÁLOSTI A AKCE ROKU 2018

- **Březen 2018** – Praktický kurz práce se softwarem SPM12 - kurz zejména pro místní výzkumníky, realizován ve 4 blocích v průběhu jednoho měsíce
- **5. 4. 2018** – Workshop – Multicentric Studies, Meta-analyses and Data Comparison – tradiční jarní workshop organizovaný v návaznosti na olomoucký mezinárodní workshop funkční magnetické rezonance
- **24. 5. 2018** – Setkání uživatelů CF MAFIL (tzv. "User Meeting")
- **16. 10. 2018** – Den otevřených dveří CF MAFIL pro zájemce o problematiku neurovědního výzkumu
- **5.–7. 11. 2018** Educational Course Neuroimaging: Mapping the Function and Structure of Brain – kurz byl pořádán s podporou infrastrukturního projektu Czech-Bioimaging a byl realizován v angličtině.



PŘIPRAVUJEME V ROCE 2019

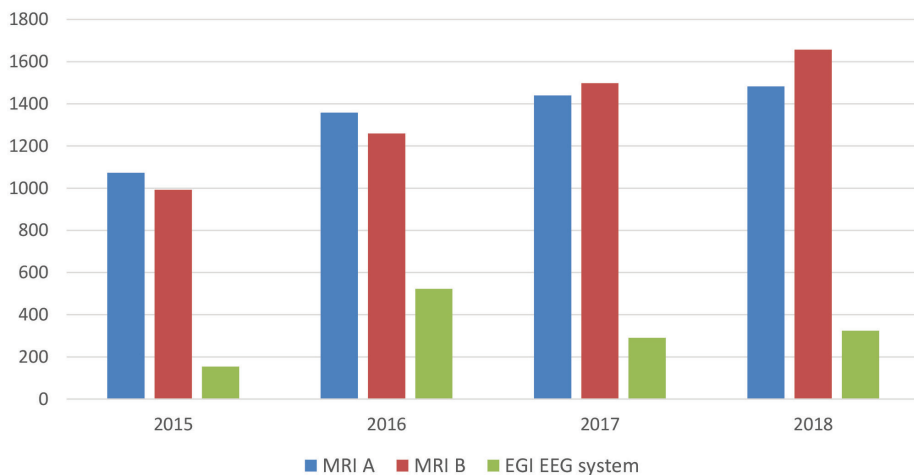
- **duben 2019** – Praktický kurz práce se softwarem SPM12
- **28. 3. 2019** – Setkání uživatelů CF MAFIL - tzv. "User Meeting", v rámci kterého budou prezentovány uživatelům některé novinky v laboratoři a uživatelé budou mít možnost s lidmi z laboratoře i mezi sebou navzájem diskutovat o různých aspektech využití CF MAFIL.

- **4. 4. 2019** – Další ročník jarního workshopu pořádaného v návaznosti na olomoucký mezinárodní workshop funkční magnetické rezonance. Téma roku 2019 je neurofeedback a neuromodulace.
- **15.–16. 5. 2019** – Czech-Biolmaging konference v Lednici
- **24.–25. 10. 2019** – 66. český a slovenský sjezd klinické neurofyzologie – v roce 2019 bude neurofyzologický sjezd pořádán v Brně a CF MAFIL se na jeho realizaci organizačně podílí. Jedná se o významnou akci k širokému mezioborovému setkání vědců z oblasti mapování mozku.
Bližší informace naleznete <http://www.ta-service.cz/neurofyzologie2019/>
- **listopad 2019** – další ročník tradičního vzdělávacího kurzu Neuroimaging: Mapping the Function and Structure of Brain. Přesné datum bude upřesněno v průběhu roku. Kurz bude opět třídní, otevřený všem zájemcům a kompletně v anglickém jazyce.

REPORT REALIZOVANÝCH MĚŘENÍ A SLUŽEB

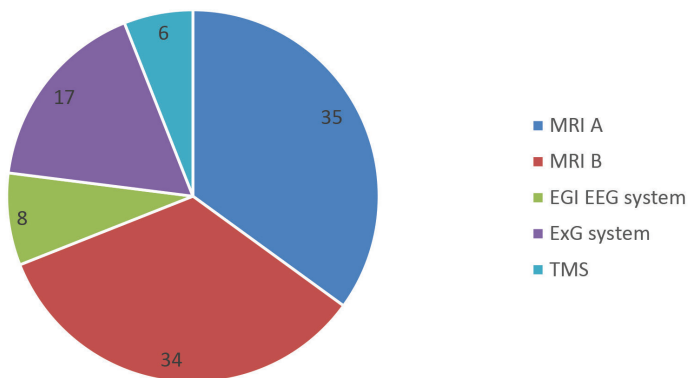
V roce 2018 bylo v laboratoři realizováno celkem 3175 měření pro 67 unikátních projektů (mimo testovacích a ladících měření). Celkový vývoj počtu měřících hodin za poslední tři roky na vybraných přístrojích zachycuje následující graf.

Využití přístrojů CF MAFIL v letech 2015–2018 (počet hodin)



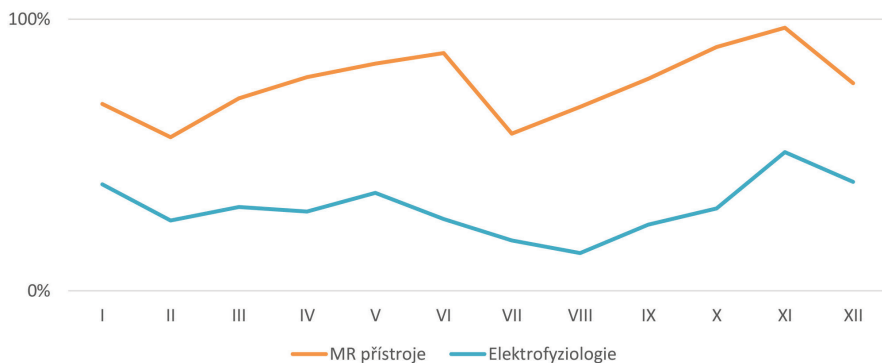
Rozložení běžících projektů dle využitých přístrojů je zachyceno na následujícím grafu, data některých projektů jsou zaznamenávána kombinací více přístrojů, typicky se jedná o MR + elektrofyziologie (ExG).

Počet běžících projektů dle přístrojů CF MAFIL v roce 2018



Následující graf znázorňuje využití přístrojů laboratoře napříč kalendářními měsíci, jde o průměr za roky 2016 až 2018 rozdělený dle modalit jednotlivých přístrojů. Pokles v období letních prázdnin souvisí s nedostatkem dobrovolníků, kteří by participovali na výzkumu v uvedeném období i se zvýšeným výskytem dovolených výzkumníků, kteří projekty realizují.

Využití přístrojů CF MAFIL v jednotlivých měsících, průměr přes roky 2016–2018 (procenta využití vzhledem k pracovní době)



NOVÉ VYBAVENÍ CF

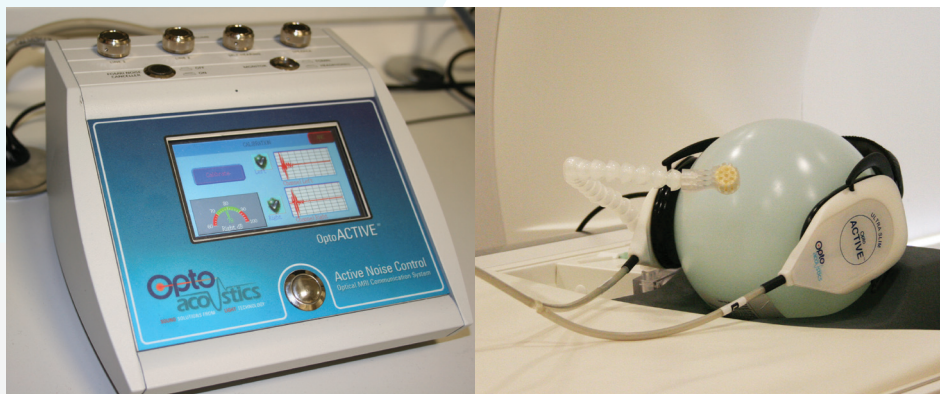
Během roku 2018 se nám dařilo dále modernizovat a rozšiřovat vybavení CF, což zvyšuje kvalitu poskytovaných služeb a přináší nové možnosti pro realizované projekty. Z novinek lze zmínit například:

Nový audiosystém do MR

Pro oba MR skenery byl pořízen nový špičkový komunikační audiosystém s aktivním potlačením hluku od izraelské firmy OptoAcoustic, který umožňuje výrazně kvalitnější prezentaci zvukových podnětů, komfortnější komunikaci probanda s operátorem a vzájemnou obousměrnou komunikaci probandů v obou skenerech (hyperscanning měření).

Plochá sluchátka umožňují použití v kombinaci se všemi našimi hlavovými cívkami, úroveň potlačení gradientního hluku je typicky 60dB (max. 104 dB) v reálném čase, přenášené frekvenční pásmo 50 – 15.000 Hz. Je možné zaznamenávat reálný zvuk, který proband během měření slyší.

Systém dovoluje realizovat projekty, které byly dosud vzhledem k požadavkům na kvalitu zvuku neproveditelné vůbec nebo jen se značným omezením.



MR kompatibilní tablet

MR kompatibilní tablet byl pořízen jako polohovací zařízení umožňující probandovi ležícímu v MR skeneru interagovat se stimulační úlohou. Ve spolupráci s naším stimulačním softwarem Eprime dovoluje zaznamenávat polohu dotykového pera a rozšiřuje tak dosavadní možnosti reakcí probanda na prezentovanou stimulaci.

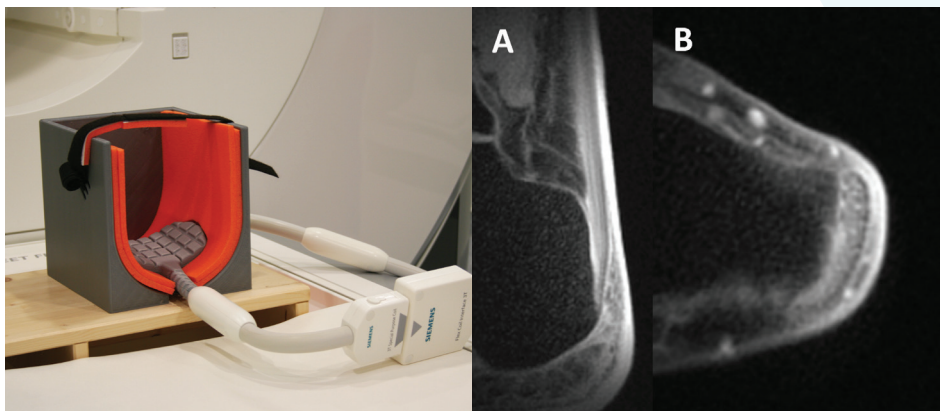


Pořízení tabletu výrazně rozšíří zejména možnosti realizace projektů zaměřených na grafomotoriku.

Fixační zařízení pro MR měření Achillovy šlachy

V CF byl navržen a na míru vyroben prototyp fixačního zařízení pro měření MRI Achillovy šlachy. Skládá se z dřevěné plošiny a držáku ve tvaru U vyrobeného technologií 3D tisku pro přesné umístění snímaného kotníku. Konstrukce držáku umožňuje použití buď malé flexibilní cívky nebo speciální cívky, pokud je zapotřebí lepšího poměru signálu k šumu a užší lokalizace. Obě cívky jsou standardní čtyřkanálové flexibilní cívky Siemens (Siemens Medical Solutions, Erlangen Německo).

Držák byl využit a testován na pilotní studii zaměřené na T2* mapování Achillovy šlachy a úponů, prováděné ve spolupráci s High Field MR Centrem ve Vídni.



Na obrázku je zmíněné vybavení a příklady MRI obrazů Achillovy šlachy nasnímané upravenou 2D UTE pulzní sekvencí v sagitálním (A) a axiálním (B) řezu.

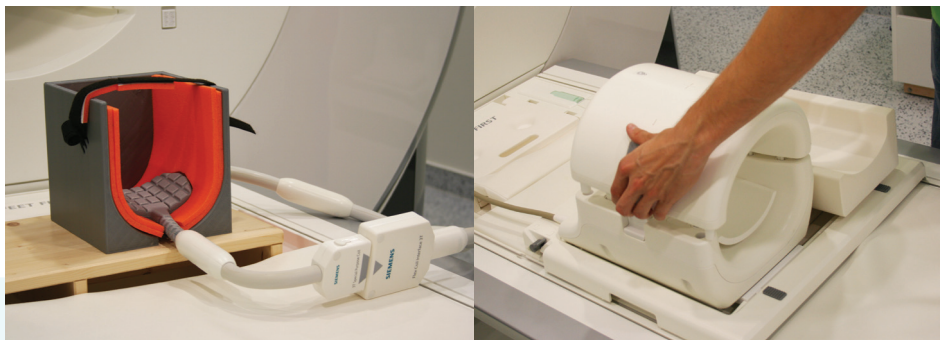
Doplňkové cívky pro MR měření

— Povrchová cívka pro speciální použití čtyř-kanálová

Ne-laditelná přijímací cívka vyvinutá pro zobrazování malých objemů, drobných struktur poblíž povrchu cívky. Rozměry: 477 mm × 143 mm × 35 mm.

— Kolenní přijímací - vysílací cívka, patnácti-kanálová

Cívka navržena pro zobrazování kolene s vysokým rozlišením, otevíratelná. Ideální pro in vitro měření, kde je vhodná přijímací/vysílací cívka. Vnitřní průměr cívky 155 mm.

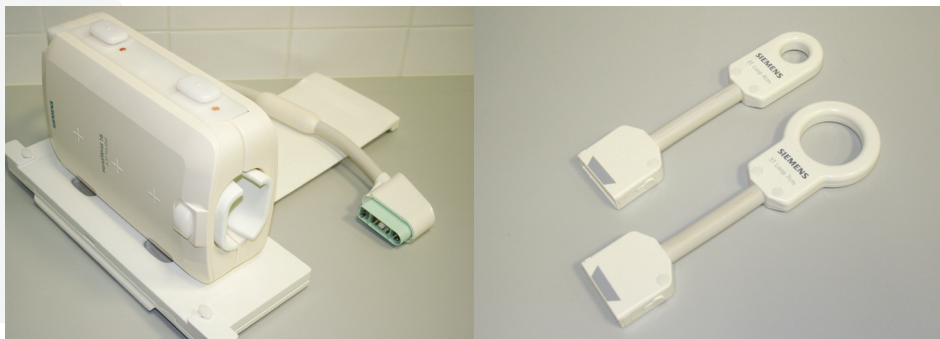


— Cívka pro zobrazování ruky a zápěstí

16-ti kanálová cívka navržena pro zobrazování oblasti ruky a zápěstí s vysokým rozlišením, ale je vhodná i pro malé in-vitro vzorky. Rozměry: 32 mm × 215 mm × 115 mm.

— Kruhové cívky

Dvě cívky s průměry 4 cm a 7 cm více účelové. Užitečné zejména pro malé struktury poblíž povrchu a malé vzorky, které lze vložit do cívky. Díky jednoduchosti tvaru a designu cívky se cívka hodí pro experimenty zabývající se principy MR fyziky a designu pulzních sekvencí.





NOVÉ METODY A SEKVENCE IMPLEMENTOVANÉ V ROCE 2018

T1rho, T2rho, RAFF1 – 5 (Sekvence využívající relaxace během VF pulzů, tzv. experimenty v rotační souřadné soustavě – Rotating Frame Methods)

GRE_prep je sekvence na bázi gradientního echa implementující v sobě vícero volitelných přípravných pulzů, které utváří kontrast. Používá se pro T1rho a T2rho mapování s využitím adiabatických přípravných pulzů i metody "relaxace podél fiktivního pole" vyšších řádů. Zároveň jsou implementovány i obdélníkové pulsy pro přesné měření MT (magnetization transfer). Obecně sou tyto metody citlivé na změny v mikrostruktuře zobrazované tkáně.

Pulsní sekvence implementující mcDESPOT metodu (multicomponent Driven Equilibrium Single Pulse Observation of T₁ and T₂)

Rychlá metoda pro kvantifikaci poměru vody/myelinu. Základem je SPGR

a bSSFP sekvence, nabízející lepší SNRm, zkrácení měřicího času a lepší rozlišení ve srovnání se standardní T2 přístupem. Ovšem za cenu komplikovanějšího procesu zpracování dat zahrnující "water exchange".

QSM

Nově je v naší laboratoři využívána metoda kvantitativního susceptibilního mapování (Quantitative susceptibility mapping – QSM). Tuto kvantitativní metodu je možné využít pro výpočet rozložení magnetické susceptibility z fázových obrazů multi-echo GRE sekvencí. Řešením inverzního problému je tak možné získat z magnetického pole informaci o rozložení zdrojů magnetické susceptibility v tkáni. Ta bývá ovlivněna například patologickým ukládáním železa v tkáni hlubokých mozkových struktur, které je typické u onemocnění Parkinsonovou nemocí.



PŘEDSTAVUJEME VYBRANÉ PROJEKTY

Faktor důvěryhodnosti v oblasti online marketingové komunikace/ Credibility as a Factor of Online Marketing Communication.

Cílem projektu bylo sledovat pomocí fMRI experimentu rozdíly v činnosti mozkových center při hodnocení důvěryhodnosti a atraktivity webových stránek.

V rámci fMRI úkolu účastníci prohlíželi připravené webové stránky vycházející z reálných stránek různých kategorií (eshopy, finanční weby, vzdělávání, zdraví, ...). Projekt, který je veden výzkumníky z Mendelovy univerzity, byl zahájen ke konci roku 2017, v roce 2018 bylo dokončeno měření a provedeno základní zpracování dat. CF MAFIL se dále spolupodílí na finální analýze a interpretaci výsledků, což by mělo být dokončeno na jaře 2019. V projektu byly použity tzv. multi echo sekvence (ME-MB EPI).

Čtení a zrakově-motorická adaptační úloha u dospělých jedinců s vývojevou dyslexií: mezinárodní studie v různém ortografickém systému/Reading and Visual Motor Adaptation Task in Adults with Developmental Dyslexia: International Study in Different Orthographic System.

Projekt byl realizován na základě podpory grantového schématu Czech-Biolmaging. Začátkem roku 2019 probíhala poslední doměřování. Jedná se o první projekt s využitím eye-tracking systému (systém umožňující sledovat oční pohyby) v prostředí magnetické rezonance. Hlavním řešitelem je neurovědkyně z Brazílie. Nábor vhodných účastníků z blízkého okolí zajišťují odborníci z Univerzity Palackého v Olomouci. Jedná se tak o brazilsko-český projekt. Hlavní součástí je fMRI kombinující části s úkolem zaměřeného na čtení a části s klidovým měřením (tzv. resting-state fMRI). Z pohledu naší laboratoře pak projekt

přináší nová výzkumná témata a spolupráci s dalšími českými i zahraničními institucemi.

Využití pokročilých magneticko-rezonančních technik k odhalení patofyziologie a zlepšení diagnostiky a praktického managementu degenerativní komprese krční míchy.

Studie se zaměřuje na využití pokročilých zobrazovacích a kvantifikačních metod k přesnější diagnostice a odhalení časných procesů provázejících kompresi krční míchy v důsledku degenerativních procesů krční páteře. Jedná se o onemocnění s vysokou prevalencí v populaci, jehož výskyt narůstá s věkem a může vést u některých pacientů ke vzniku klinicky symptomatické degenerativní krční myelopatie (DCM) a závažnému trvalému neurologickému postižení. Vzhledem k tomu, že standardní anatomické MR zobrazení neumožňuje detekovat funkční změny míchy, diferenciace stupně funkčního postižení je v současné době založena výlučně na klinickém projevu, případně na neurofyzilogických metodách (evokované potenciály). Moderní zobrazovací techniky umožňují kvantifikaci mikrostrukturálních a neurochemických změn pomocí metod zobrazování tenzorů difuze (dMRI) a protonové spektroskopie (MRS) a mohou být vhodným diagnostickým nástrojem potřebným pro detekci časných změn krční míchy, který rozšíří diagnostické možnosti standardních MR technik a zpřesní rozhodování o chirurgické intervenci v časných či mírných případech DCM.



WEBOVÉ STRÁNKY LABORATOŘE


V průběhu roku 2018 byly zprovozněny nové webové stránky celého institutu CEITEC a následně jsme během podzimu přesunuli prezentaci CF MAFIL na tzv. microsite, která nám dává větší volnost v tvorbě obsahu a přitom je plně integrovaná v grafickém prostředí webu CEITEC a umožňuje přebírat některé automaticky

generované údaje. Na nových stránkách je sekce věnovaná dobrovolníkům účastnících se různých studií měřených v CF MAFIL. Velká část informací je určena pro výzkumníky. Stále pracujeme na doplnění a zpřehlednění informací, takže návštěvníci mohou očekávat ještě další změny než stránky doznají finální podoby.

mafil.ceitec.cz


CEITEC < Back to CEITEC.cz

Hledání výraz...  

 CEITEC
MAFIL

- Úvod
- Novinky
- O nás
- Možnosti přístupu
- Dokumenty pro výzkumníky
- Projekty a publikace
- Lidé/kontakty
- MAFIL Bulletin

→ Informace pro dobrovolníky


 **CZECH BIOIMAGING**
Imaging principles of life

mafil@ceitec.muni.cz

Pro zájemce o účast na výzkumu:
Informace pro dobrovolníky

Pro výzkumníky:
Rezervační systém


Pro výzkumníky:
Registrace
Do rezerv. systému


[ENGLISH VERSION](#) 


Laboratoř multimodálního a funkčního zobrazování

(Multimodal and functional imaging laboratory, MAFIL) je sdílenou laboratoří vybudovanou na Masarykově univerzitě v rámci projektu Středoevropský technologický institut - CEITEC. Laboratoř poskytuje moderní zobrazovací služby zejména v oblasti neurozobrazování a mapování lidského mozku, ale i zobrazování ostatních částí lidského těla. Základní techniky, o něž se činnost MAFIL opírá, jsou humánní MR zobrazování v silném magnetickém poli (včetně MR spektroskopie) a elektrofyziologické techniky (high-density EEG, simultánní měření elektrofyziologie a MRI). Expertizy MAFIL se zaměřují zejména na funkční a strukturální mapování mozku (hlavy), neboť laboratoř vznikla zejména pro potřeby neurovědního výzkumu. Vzhledem k tomu, že MAFIL provádí měření na živých subjektech, podléhá přístup k nabízeným službám specifickým organizačním a prováděcím pravidlům.

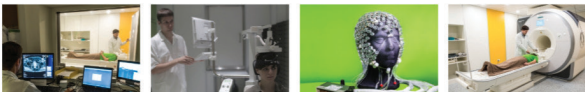
Sdílená laboratoř je součástí evropské výzkumné infrastruktury [EuroBioImaging](#) a národní výzkumné infrastruktury [Czech-BioImaging](#), která je financována Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Díky zapojení do projektu výzkumných infrastruktur je laboratoř otevřena všem zájemcům z ČR i zahraničí (viz [možnosti přístupu](#)).

 **MSMT**
MINISTRY OF EDUCATION,
YOUTH AND SPORTS

 **CZECH BIOIMAGING**
Imaging principles of life

 **EURO-BIOIMAGING**

[Problédněte si laboratoř ve 3D panoramatické virtuální prohlídce](#)





SPECIFICKÉ SLUŽBY A ZAJÍMAVÁ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ: FMRI S POMOCÍ ME-MB EPI

Jednou z klíčových metod neurovědního výzkumu v naší laboratoři je funkční zobrazování mozku pomocí MRI, neboli fMRI. Velká část protokolů je v současné době založena na tzv. Multi-band sekvencích přenesených z pracoviště CMRR Minnesotské univerzity, které umožňují současné vybuzení několika vrstev, z nichž následně naměříme data. Doba měření jednoho objemu mozku se tak výrazně zkrátí. Tyto sekvence umožňují také další užitečnou funkci, kterou je naměření několika odezvy signálu z každé vrstvy (tzv. multi echo).

Tento princip je znázorněn na obrázku č. 1. Obě funkce mohou být kombinovány (metoda se pak označuje zkratkou jako ME-MB EPI, kde ME znamená multi echo, MB znamená multi-band a EPI je zkratka pro echo planar imaging, což je metoda rychlého náběru dat). Můžeme tak získat vícenásobnou informaci o měřeném mozku za kratší čas než s použitím běžných fMRI sekvencí. Výhodou multi echo sekvencí je získání optimálního poměru signál/šum v kaž-

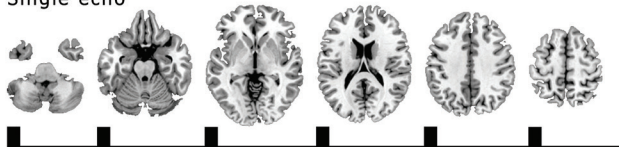
dém bodě mozku. V některých oblastech dochází k prudkému poklesu měřeného signálu, který je patrný zejména při dlouhé prodlevě mezi vybuzením vrstvy a naměřením odezvy (příklad výpadku signálu je vidět na obrázku 2).

Z tohoto důvodu by bylo vhodné měřit odezvu co nejdříve. Pro správnou funkci fMRI je ale výhodnější měřit odezvu později. Při měření jedné odezvy (single echo) jsme nuceni hledat kompromis mezi protichůdnými požadavky. Pokud máme možnost měřit multi echo data, můžeme následně vytvořit nová data vzniklá kombinací jednotlivých ech, čímž získáme kvalitnější snímky (obrázek 2).

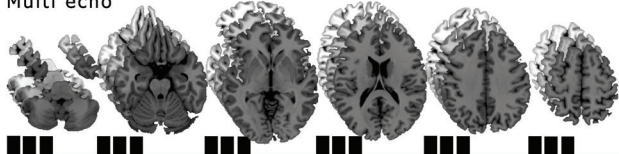
I v místech, kde nedocházelo k viditelnému poklesu signálu, dochází ke zlepšení poměru signál/šum, a tak můžeme spolehlivěji vyhodnotit aktivační mapu. Příklad je vidět na obrázku 3.

V současnosti se již ME-MB EPI metoda používá v naší laboratoři pro několik projektů.

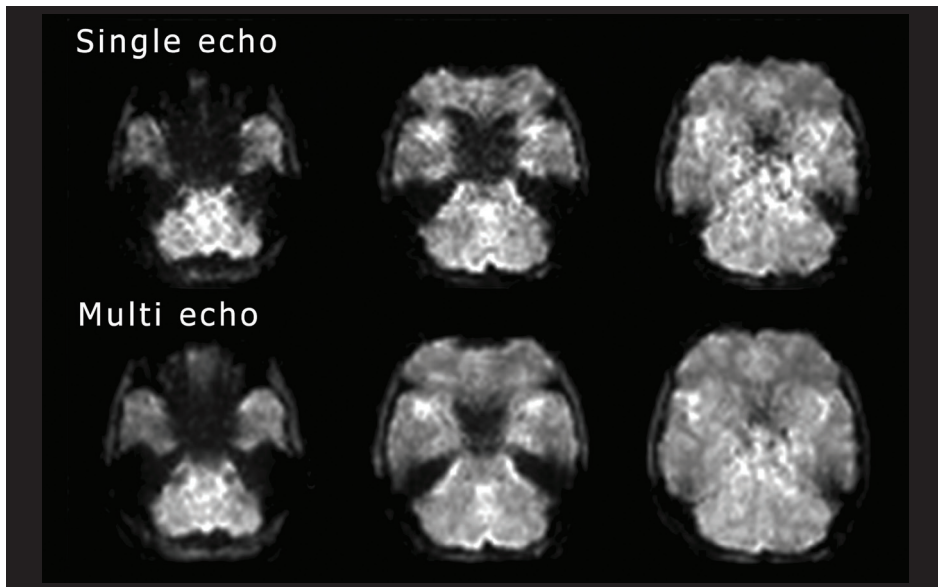
Single echo



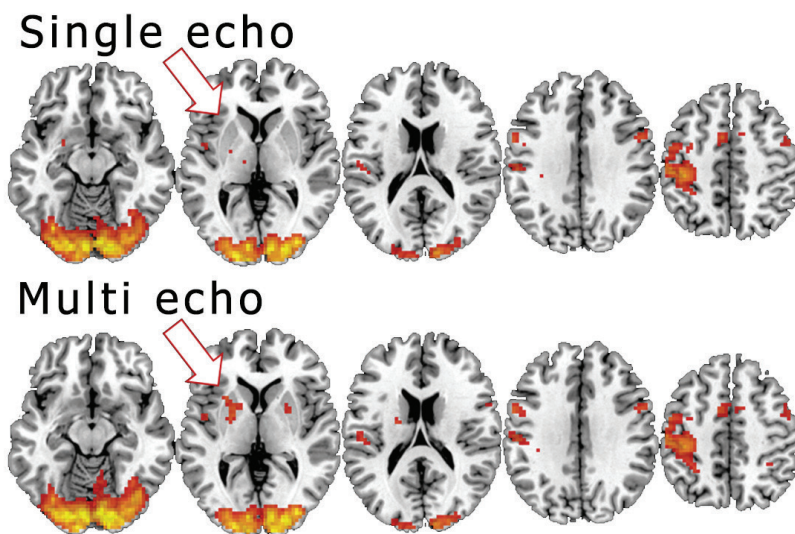
Multi echo



Obr. 1 – Princip multi echo měření. U klasického měření (single echo) vždy vybudíme měřenou vrstvu a ve vhodném okamžiku naměříme data. Takto postupujeme vrstvu po vrstvě. V případě multi echo měření opět vybudíme požadovanou vrstvu a následně získáme několik měřených odezvy. S časem dochází k úbytku signálu a snímky jsou proto tmavší.



Obr. 2 – Příklad tří řezů fMRI dat mozku metodou single echo (horní řádek) a multi echo (spodní řádek). Multi echo data vznikla kombinací tří jednotlivých ech. Můžeme vidět výrazné zmenšení rozsahu úbytku signálu.



Obr. 3 – Příklad skupinové aktivační mapy fMRI. Ve studii byl použit úkol aktivující zrakové oblasti a motorická centra. Hlavní rozdíl mezi single echo a multi echo daty je naznačen šipkami. V klasických datech (horní řádek) vůbec nevidíme aktivitu v oblastech bazálních ganglií. Ta je díky lepšímu poměru signál/šum pozorovatelná v multi echo datech.



MAFIL V ČÍSLECH

VÍCE NEŽ 6000
MĚŘENÍ OD ROKU 2015



VÍCE NEŽ 100
AKTIVNÍCH UŽIVATELŮ
V REZERVAČNÍM SYSTÉMU



20 TB DAT V AKTUÁLNĚ
ZPRACOVÁVANÝCH
PROJEKTECH



VÍCE NEŽ 20
NÁVŠTĚV A EXKURZÍ
ROČNĚ



2 MR PŘÍSTROJE
STEJNÉHO TYPU
UMOŽŇUJÍCÍ
SOUBĚŽNÁ MĚŘENÍ



VÍCE NEŽ 90
PROJEKTŮ
OD ROKU 2015



PRŮMĚRNÁ DÉLKA JEDNOHO
MĚŘENÍ VČETNĚ PŘÍPRAVY
CCA 90 MINUT



TYPICKÝ OBJEM DAT NA MĚŘENÍ:

MR ENCEFALOGRAFIE	74,6 GB
FUNKČNÍ MR (MULTIBAND)	1,5 GB
FUNKČNÍ MR (fMRI)	0,5 GB
ANATOMICKÉ SNÍMKY (T1 + T2)	0,1 GB



JEDINÁ NEUROZOBRAZOVACÍ
LABORATOŘ V ČR
POSKYTUJÍCÍ OPEN-ACCESS



4 ROKY PROVOZU
A 19 LET ZKUŠENOSTÍ
S NEUROZOBRAZOVÁNÍM





ZPESTŘENÍ NA ZÁVĚR: MALOVANÁ KŘÍŽOVKA

Vaším úkolem je najít a vybarvit správná políčka a najít v mřížce ukrytý obrázek. Čísla na okrajích udávají počet vybarvených políček. Čísla jsou zadána podle pořadí, ve kterém se v mřížce nachází. Mezi dvěma shluky políček (každému shluku odpovídá jedno číslo v legendě) je vždy nejméně jedno pole prázdné.

Malovaná křížovka

							1	1							
				4			3	3		1	4				
			1	1	1	3	1	1	3	1	1	1			
		2	1	2	1	6	1	1	6	2	2	1	2		
	3	3	3	1	2	2	2	2	1	1	1	3	3		
	2	1	4	1	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3
					2	2									
			1	1	1	1									
			2	2	2	2									
			2	1	1	2									
			3	2	2	3									
			1	2	2	1									
1	2	2	2	2	2	1									
			3	2	2	3									
					7	7									
1	1	1	1	1	1	1									
			1	1	1	1									
			7	1	1	2									
			1	2	2	1									
					3	1									
					3	4									



BULLETIN VOL. 5

sdílené laboratoře **MAFIL**



[mafil.ceitec.cz](https://www.ceitec.cz)



<https://www.facebook.com/CFMAFIL/>

www.ceitec.cz