

Kombinace měření centrálních (fMRI) a periferních (sEMG) motorických korelátů řízení chůze:

kazuistika

M. Jasenská^{1,2}, M. Kojan⁴, M. Mikl⁴, K. Balážová², O. Burkot², B. Kolářová^{1,3}, P. Hlušík¹



¹Neurologická klinika, LF UP a FN Olomouc, Olomouc,
²Oddělení biomedicínského inženýrství, FN Olomouc, Olomouc,
³Oddělení rehabilitace, FN Olomouc, Olomouc,

⁴Laboratoř multimodálního a funkčního zobrazování – MAFIL, Středoevropský technologický institut – CEITEC, Masarykova univerzita, Brno.



ÚVOD

Zatímco funkční magnetická rezonance (fMRI) je hojně využívána k zobrazení funkčních oblastí mozku během provádění reálného i představovaného pohybu, a to jak u zdravých osob, tak u pacientů s poškozením mozku (Boyne et al., 2021), povrchová elektromyografie (sEMG) poskytuje doplňující informace o aktivaci svalů a jejich souhře. Dokonce i během představy pohybu vykazuje sEMG změny odrážející facilitaci nebo inhibici příslušných svalů (Kolářová et al., 2016).

Kombinace obou neinvazivních měření má zásadní význam při hledání kvantitativních vztahů mezi aktivací mozku a zapojením periferních svalů během reálného i představovaného pohybu.

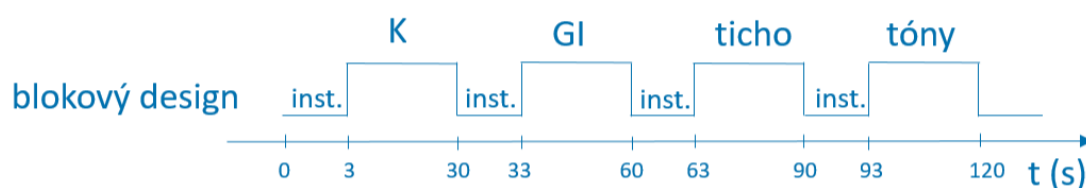
VÝSLEDKY

Při provádění aktivního pohybového úkolu (K) byla u pilotního subjektu dosažena **aktivace všech relevantních kortikálních oblastí** (M1, SMA, S1). Při představě chůze (GI) byla detekována aktivace SMA, pre-SMA, SPL/IPS, CMA i mozečku. Pilotní výsledky lze vidět na **Obr. 3**.

Během měření aktivního pohybu (K) byla po základní frekvenční filtraci přítomna **zvýšená fázická aktivita m. tibialis anterior (TA) i m. rectus femoris (RF)**. Grafické znázornění RMS taktéž potvrzuje tuto skutečnost. Akcelerometrická data dorzální strany chodidla (osa X) názorně odrážela provedení aktivních i kontrolních klidových bloků, viz. **Obr. 2**.

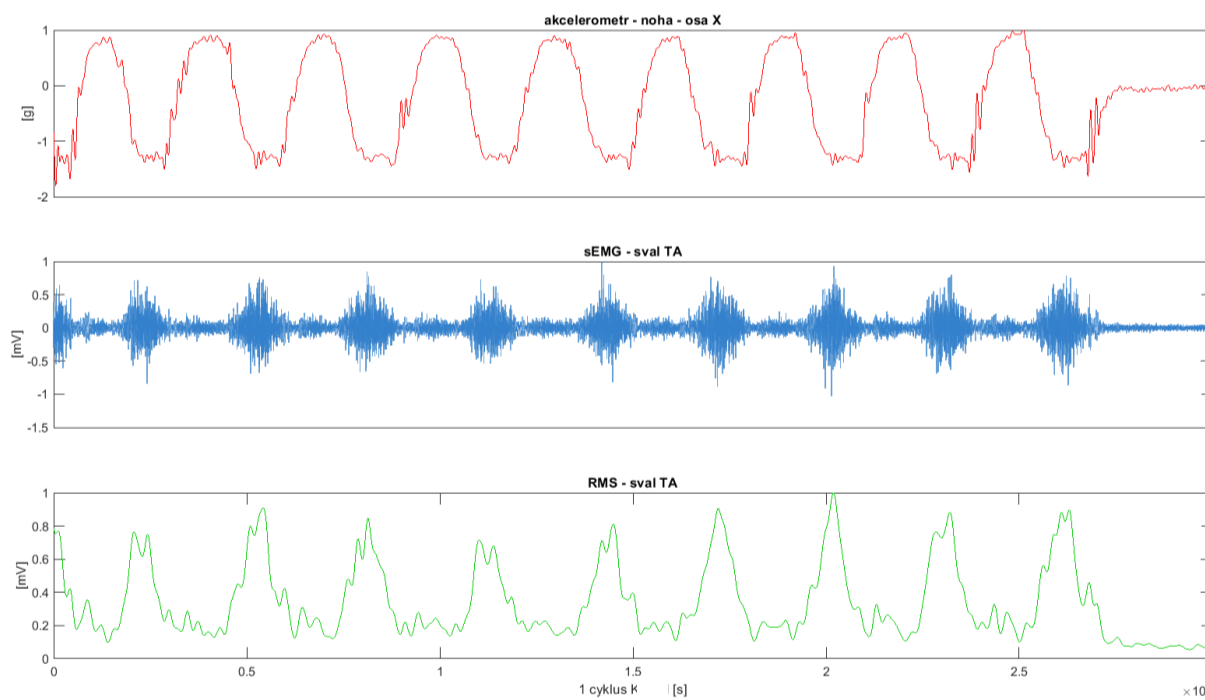
Obr. 1 Paradigma experimentu

jeden fMRI sken – celkem opakováno 5x



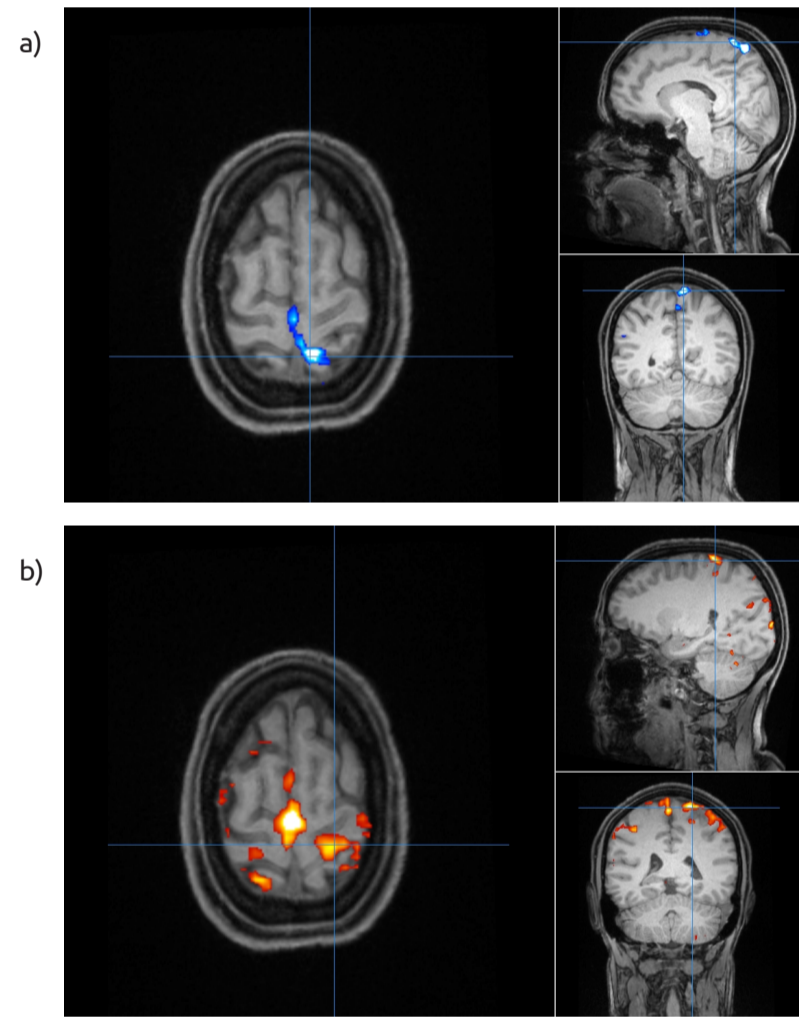
Obr. 2 Pilotní výsledky měření – fyziologická a kinematická data

akcelerometr osa X (červená), sEMG m. TA (modrá), RMS m. TA (zelená) – jeden cyklus K



Obr. 3 Pilotní výsledky měření - fMRI

a) aktivní pohyb - dorziflexe/plantiflexe hlez. kloubu (K)
b) představa chůze (GI)



METODIKA

Pilotní studie se účastnil zdravý subjekt (žena, 30 let), jenž před fMRI vyšetřením vyplnila dotazník představy pohybu (MIQ-RS, Butler et al. 2012).

Data z magnetické rezonance byla získána na skeneru 3 Tesla (Prisma, Siemens Medical, Německo). **Multimodální protokol MR mozku** zahrnoval: anatomický sken s vysokým rozlišením T1-vážená sekvence (MPRAGE), fMRI s T2*-váženým gradientním echem (BOLD) EPI sekvence.

Blokové paradigma zahrnovalo **2 aktivní (K, GI) a 2 kontrolní klidové (ticho, tóny) bloky** opakované 5x s celkovým časem snímání 10 minut (viz. **Obr. 1**).

Fyziologické signály (EKG, respirace, sEMG) a kinematické údaje (akcelerometrie) byly snímány (Brain Products GmbH, Německo) během skenování BOLD v MR přístroji. Umístění bipolárních senzorů na LDK – sEMG: m. tibialis anterior, m. gastrocnemius medialis, m. rectus femoris, m. biceps femoris. Akcelerometrické údaje z tibie a dorzální strany chodidla.

Analýza fMRI dat probíhala v softwaru FSL, fyziologických dat v MATLAB R2022. Zpracování dat předcházelo algoritmus korekce gradientních artefaktů. Následně byl signál zpracován frekvenční filtrací, RMS (root mean square).

ZÁVĚR

Kombinace sEMG-fMRI s akcelerometrickými záznamy umožní přesnější interpretaci aktivace motorického systému než jen samotná fMRI. Máme navíc doplňující informace o aktivaci svalů a jejich souhře, včetně sledování kinematiky průběhu provedeného pohybu.

Projekt nyní pokračuje vyšetřováním dalších zdravých subjektů. Po následné analýze se případně může design protokolu použít pro vyšetření pacientů se získanou centrální poruchou řízení.

LITERATURA

- Boyne et al., 2021. Functional magnetic resonance brain imaging of imagined walking to study locomotor function after stroke. Clin Neurophysiol. 2021, 132, 167-177.
- Kolářová et al., 2016. Effect of Gait Imagery Tasks on Lower Limb Muscle Activity With Respect to Body Posture. Percept Mot Skills. 2016, 122(2):411-31.
- Butler et al., 2012. The Movement Imagery Questionnaire-Revised, Second Edition (MIQ-RS) Is a Reliable and Valid Tool for Evaluating Motor Imagery in Stroke Populations. Evid Based Complement Alternat Med 2012, 497289.