

Szkoła Doktorska Instytutów PAN Technologii Informatycznych i Biomedycznych

Temat

Arterial spin labeling, diffuse correlation spectroscopy, time resolved near infrared spectroscopy - badania nad metodyką oceny ukrwienia kory mózgowej

Promotor, dane kontaktowe, jednostka naukowa

Prof. dr hab. inż. Adam Liebert, Dr hab. inż. Piotr Bogorodzki, Prof. IBIB PAN, promotor-pomocniczy Dr inż. Michał Kacprzak (mkacprzak@ibib.waw.pl), IBIB PAN, Ks. Trojdena 4

Opis projektu

Spektroskopia w bliskiej podczerwieni jest techniką optyczną, która wykorzystana w diagnostyce medycznej umożliwia oszacowanie parametrów utleniania tkanki. Idea techniki opiera się na pomiarze osłabienia, światła penetrującego badaną tkankę. Wykorzystując 2 długości fali oraz znając odpowiadające im współczynniki ekstynkcji dla hemoglobiny utlenowanej i zredukowanej można wyznaczyć zmiany ich stężeń. W swojej najprostszej i najczęściej używanej postaci analiza wyników pomiarów zakłada, że badane medium jest ośrodkiem jednorodnym. W przypadku pomiarów na głowie w ocenie utlenowania mózgu to założenie jest ryzykowne i może prowadzić do istotnych błędów w oszacowaniu zmian stężenia hemoglobiny w mózgu. Aby tego uniknąć rozpoczęto badania nad tzw. czasowo-rozdzielczą spektroskopią w bliskiej podczerwieni (Time-domain NIRS, TD-NIRS)[1]. W technice tej stosowane są jednofotonowe detektory światła oraz szybka elektronika do skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów. Metoda ta umożliwia oszacowanie dróg optycznych jaką światło penetruje wewnątrz tkanki i na ich podstawie odseparowanie informacji o utlenowaniu kory mózgowej od utlenowania zewnątrz-mózgowych tkanek.

Podobną techniką optoelektroniczną, która z kolei umożliwia oszacowanie przepływu krwi w tkance jest dyfuzyjna spektroskopia korelacyjna (DCS, ang. Diffuse Correlation Spectroscopy). Podobnie jak metodzie NIRS do badanej tkanki emitowane jest światło laserowe z zakresu podczerwieni o długiej drodze koherencji. W odległości kilku centymetrów od punktu emisji, przy pomocy czułych, jednofotonowych detektorów obserwowane są fluktuacje intensywności światła przechodzącego przez tkankę. Sygnał optyczny jest następnie przetwarzany poprzez elektroniczne korelatory, a następnie na podstawie wyliczonej funkcji autokorelacji wyznaczany jest współczynnik BFI (ang. blood flow index)[2]. Szybki zanik funkcji autokorelacji oznacza szybki przepływ czerwonych krwinek w tkance, natomiast powolny zanik oznacza wolny przepływ lub jego brak.

W przeciwieństwie do techniki TD-NIRS, która jest już stosowana w pomiarach utlenowania kory mózgowej w wielu sytuacjach klinicznych, technika DCS w swojej czasowo rozdzielczej odmianie (TD-DCS) zaczyna dopiero pojawiać się w badaniach laboratoryjnych. Dzięki tej metodzie możliwe byłoby badanie przepływów krwi w funkcji głębokości badanej tkanki co przyniosłoby istotną informację w pomiarach i monitorowaniu hemodynamiki mózgu.

Badania w planowanym, dwuletnim projekcie będą dotyczyły m. in. opracowania metodyki pomiarowej oraz analizy danych uzyskanych metodą TD-DCS i porównanie ich z referencyjną metodą jaką jest ASL-MRI (technika znakowania magnetycznego krwi w środowisku MRI)[3]. Projekt ma na celu podjęcie następujących problemów badawczych:

- Wyznaczenie wskaźnika przepływu krwi metodą TD-DCS w funkcji głębokości i odseparowanie informacji o przepływie krwi w korze mózgowej od sygnałów pochodzących z zewnątrz-mózgowych warstw.
- Kalibracja i monitorowanie przebiegu pomiaru optycznego podczas jednoczesnych badań TD-DCS i ASL-MRI.
- Ocena i zwiększenie czułości metod DCS na sygnały pochodzące z głębokich warstw tkanek (kora tj. mózgowa) z użyciem informacji pochodzących z modelowania przepływu oraz obrazów ASL-MRI.

W projekcie przeprowadzone będą badania na fantomach tkanek z wymuszonym, precyzyjnie określonym przepływem oraz na zdrowych ochotnikach, członkach zespołu, podczas delikatnych stymulacji zmieniających w niewielkim stopniu przepływ krwi w tkance (np. hiperwentylacja lub stymulacja motoryczna). Optyczne pomiary na fantomach i zdrowych ochotnikach przeprowadzone zostaną wewnątrz skanera MRI przy użyciu niemagnetycznych światłowodów i optod.

Bibliography

1. Kacprzak, M., P. Sawosz, W. Weigl, D. Milej, A. Gerega, and A. Liebert, *Frequency analysis of oscillations in cerebral hemodynamics measured by time domain near infrared spectroscopy*. Biomed Opt Express, 2019. **10**(2): p. 761-771.
2. Durduran, T. and A.G. Yodh, *Diffuse correlation spectroscopy for non-invasive, micro-vascular cerebral blood flow measurement*. Neuroimage, 2014. **85 Pt 1**: p. 51-63.
3. Hales, P.W., F. d'Arco, J. Cooper, J. Pfeuffer, D. Hargrave, K. Mankad, and C. Clark, *Arterial spin labelling and diffusion-weighted imaging in paediatric brain tumours*. Neuroimage Clin, 2019. **22**: p. 101696.

aktualizacja: kwiecień, 2020