

## STRESZCZENIE

*„Porównanie badań aktywności mózgu przy pomocy funkcjonalnego rezonansu magnetycznego zadaniowego (fMRI) i bezzadaniowego (rsfMRI) u osób zdrowych i chorych”*

Przedmiotem dociekań niniejszej rozprawy doktorskiej pt. *„Porównanie badań aktywności mózgu przy pomocy funkcjonalnego rezonansu zadaniowego (fMRI) i bezzadaniowego (rsfMRI) u osób zdrowych i chorych”* stały się dwa zagadnienia: pierwszym jest fMRI, nieinwazyjna metoda mapowania czynności mózgu u pacjentów przed- i pooperacyjnych, oparta na współpracy pacjent – fizyk oraz metoda rsfMRI, będąca najnowszym podejściem w kontekście lepszego zrozumienia pracy mózgu, niewymagająca bezpośredniej współpracy pacjenta. Te dwa obszary zainteresowań wymagają niewątpliwie szerszych i bardziej pogłębionych eksploracji badawczych, zwłaszcza pod względem jakościowym oraz ilościowym, jednak na potrzeby specyfiki badań własnych skoncentrowano się przede wszystkim na ich analizie, wizualizacji oraz późniejszej optymalizacji. Takie ujęcie wypełnia lukę badawczą w obu metodach stanowiących przedmiot zainteresowania rozprawy, gdyż dotąd niewiele uwagi poświęcano wybranym parametrom oraz oprogramowaniom użytym do obydwóch metod a zwłaszcza w badaniach przeprowadzanych w Polsce.

Głównym celem przeprowadzonych badań była analiza wyników badań tj. fMRI, rsfMRI oraz próba wyodrębnienia jak najlepszej metody badawczej mającej na celu precyzyjną diagnostykę. Ponadto podjęto skuteczną próbę optymalizacji badań mózgowia metodą fMRI i rsfMRI, która powinna stanowić bazę wyjściową metod zarówno bezzadaniowych jak i tych zadaniowych.

Duży nacisk położono na to, aby podjęte badania w sposób możliwie rzetelny mogły przyczynić się do polepszenia diagnostyki w tym zakresie a wykonane analizy i zastosowane parametry mogły stanowić podstawę w tym obszarze. Badania fMRI oraz rsfMRI przeprowadzono w Helimed Diagnostic Imaging w Katowicach w pracowni rezonansu magnetycznego. W eksperymencie badawczym wzięło udział 24 pacjentów: 5 przedoperacyjnych, 5 pooperacyjnych oraz 14 pacjentów ze stwardnieniem rozsianym. W ramach programu stażowego ERASMUS+ przeprowadzono badania rsfMRI wyłącznie dla grupy osób zdrowych, które odbyły się w zakładzie Diagnostyki i Neuroradiologii w szpitalu w Tuebingen w Niemczech. W badaniu uczestniczyło 20 osób zdrowych (13 kobiet i 7 mężczyzn). Wszystkie badania zostały wykonane przy użyciu skanera Siemens Magnetom 3T. Do analizy zastosowano różne oprogramowania ale w szczególności skupiono się na oprogramowaniu Statistical Parametric Mapping (SPM), Data Processing Assistant for Resting-State fMR (DPARSF) oraz Group ICA of fMRI Toolbox (GIFT). Wykorzystano metody Seed Correlation Analysis (SCA) oraz ICA w analizie rsfMRI oraz została dokonana optymalizacja parametrów w DPARSF toolbox.

Badania miały formę badań zarówno mających na celu analizy spersonalizowane, zindywidualizowane oraz grupowe. Wzięto pod uwagę zarówno możliwości poszczególnych oprogramowań oraz jednostek chorobowych. W niektórych analizach pacjent jest postrzegany jako jednostka indywidualna z racji analizowanych przypadków (pacjenci zarówno przed jak i pooperacyjni), gdzie błędne byłoby skupienie się na analizie grupowej z racji np. różnych lokacji zmian guzowatych. Uzyskane wyniki fMRI pozwalają wyjaśnić

neurologiczne objawy chorób pacjentów (niedowład) oraz odpowiednie zaplanowanie operacji tak, aby w jak największym stopniu ograniczyć uszkodzenia ośrodków mowy. Ponadto wyniki w postaci „map aktywacji” pozwoliły na oszacowanie w jakim stopniu usunięcie tkanek nowotworowych może wpływać na funkcjonalność mózgu oraz czy właściwe obszary podjęły działanie. Jak wynika z naszych badań fMRI może być narzędziem wspomagającym diagnostykę pacjentów zarówno przed- jak i pooperacyjnych i należy zwrócić uwagę, że wraz ze zmianą kernelu oraz poziomu istotności następuje zmiana obszarów aktywacji - stąd konieczność optymalizacji metodyki. SPM12 umożliwił szczegółową analizę podczas gdy do obserwacji wyników w czasie rzeczywistym można stosować aplikację Neuro3D, która pozwala zaoszczędzić czas w przypadku np. niepowodzenia eksperymentu.

Wykorzystując oprogramowanie DPARSF do analizy badań rsfMRI skupiono się na 3 głównych wartościach tj. wygładzenie (kernel), amplituda niskich fluktuacji (ang. ALFF, amplitude of low frequency of fluctuation) oraz promień sferyczny wybranego obszaru zainteresowania. Analiza pozwoliła na wyodrębnienie najlepszego zestawu parametrów, mimo, że każdy obszar mózgu charakteryzuje się innymi wartościami korelacji. Badania wykazały, że najwyższe wartości korelacji uzyskano dla sferycznych obszarów zainteresowania (ROIs) o promieniu 8, przy czym dla wartości  $r=3$  i  $r=4$  zaobserwowano te same wartości. Wyższe wartości korelacji dla pary ROI uzyskano dla ALLF w zakresie 0.01-0.04 niż dla 0.01-0.08 najczęściej stosowanych.

Wykorzystując oprogramowanie GIFT dokonano porównania badań osób zdrowych oraz chorych na stwardnienie rozsiane wykorzystując analizę ICA oraz wybrany algorytm Infomax. Wyniki otrzymane pozwoliły na zlokalizowanie obszarów aktywnych w obszarze czuciowo ruchowym zarówno u osób zdrowych jak i chorych, gdzie najwyższe wartości parametrów spektralnych (kurtoza) z dużą przewagą zostały otrzymane dla osób zdrowych. Badanie metodą ICA można z powodzeniem traktować jako badanie przesiewowe pacjentów z SM.

**Słowa klucze:** rsfMRI, fMRI, ICA, SCA, DPARSF, GIFT, SPM, SM, mózg, MATLAB, ROI, BOLD