

Ocena rozprawy doktorskiej Pani mgr Moniki Wojtczak-Kwaśniewskiej zatytułowanej
„Cortical sources of vergence eye movements”
(Źródła korowe wergencyjnych ruchów oczu)

Rozprawa doktorska mgr Moniki Wojtczak-Kwaśniewskiej z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu zatytułowana „Źródła korowe wergencyjnych ruchów oczu” dotyczy problematyki badania odruchowych sakkad oraz złożonych ruchów wergencyjnych gałek ocznych oraz określanie obszarów kory mózgowej, dotyczących przygotowania i realizacji złożonych wergencji. Badana tematyka jest bardzo ważna w zrozumieniu procesów widzenia oraz działania centralnego układu nerwowego, który determinuje i bezpośrednio wpływa na te procesy. Ilość zaprezentowanych w rozprawie pozycji literaturowych, opublikowanych w ostatnich kilku latach wskazuje jak ważna jest to tematyka i jak wiele prestiżowych ośrodków naukowych na świecie jest zaangażowanych w prowadzenie badań naukowych w tym zakresie.

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska została napisana w języku angielskim i zawiera 152 strony. Składa się ona z czterech głównych, numerowanych rozdziałów oraz siedmiu nieponumerowanych rozdziałów. Cztery rozdziały nienumerowane występują przed rozdziałami numerowanymi i zawierają: Spis treści, Listę używanych w pracy skrótów, Abstrakt i Streszczenie w języku polskim.

Po rozdziałach numerowanych występują cztery rozdziały nienumerowane: Spis Literatury zawierający 234 pozycje literaturowe, Listę 30 rysunków zawartych w pracy wraz z opisami, Listę 8 tabel z opisami oraz Listę dodatków (Appendices) zawierającej 4 oświadczenia współautorów wspólnych dwóch prac przedstawionych w rozprawie, o ich wkładzie do prac i dwa oświadczenia doktorantki o jej wkładzie. Rozdział Spisu literatury (References) nie występuje w Spisie treści rozprawy.

Streszczenie w języku polskim napisane jest na pięciu stronach i zawiera bardzo ważne informacje o przeprowadzonych badaniach. Przedstawiono tutaj cel badań, metodę badań, wyniki oraz wnioski i podsumowanie.

Rozdział pierwszy przedstawiony na 35 stronach zawiera obszerny i ważny wstęp do rozprawy. W rozdziale tym doktorantka rozpoczyna cytowanie prac zawartych

w bibliografii. Wskazuje na pojawiające się niezgodności w opublikowanej literaturze przedmiotu dotyczące podziału pomiędzy układem stabilizacji obrazu na siatkówce oraz układu dołkowego. Doktorantka podkreśla również, że kategoryzowanie ruchów fiksacyjnych oka do jednego specyficznego układu wydaje się najbardziej dyskusyjne, ponieważ są one związane częściowo z układem stabilizacyjnym a częściowo z układem dołkowym. Jak zaznaczono w pierwszym podrozdziale tego rozdziału, przedłożona rozprawa koncentruje się na złożonych ruchach wergencyjnych, w których można rozróżnić zarówno ruchy sakkadowe jak i wergencyjne. Dalej omawiane są różne rodzaje sakkad i ruchów wergencyjnych, zależnych od naszej woli i odruchowych. W interesujący sposób przedstawiono rolę uwagi podczas kontroli ruchów oka, gdzie pokazano również różnice w podejściu różnych autorów do przedmotorycznej teorii uwagi. Kolejną część rozdziału stanowi opis miar ruchów oka podczas ich pomiarów. Ostatni podrozdział dotyczy ważnych pytań, do których odnosi się przedstawiona rozprawa. Zawarto w nim trzy pytania dotyczące wpływu przygotowania i wykonania sakkad i ruchów wergencyjnych na aktywność korową.

Rozdział ten jest napisany bardzo interesująco i może być wykorzystany jako materiał dydaktyczny we współczesnych badaniach oka.

Głównymi rozdziałami zawierającymi wyniki otrzymane w badaniach są rozdziały drugi i trzeci.

Rozdział drugi zatytułowany „*The engagement of Cortical areas preceding exogeneous vergence eye movements*” jest kopią artykułu opublikowanego w czasopiśmie PLOS ONE w 2018 roku pod takim samym tytułem jak tytuł rozdziału drugiego, w którym doktorantka jest pierwszą autorką, drugą współautorką jest Anna Przekoracka-Krawczyk (promotor pomocniczy), a trzecim współautorem jest Rob H. J. Van der Lubbe (promotor rozprawy). Według oświadczeń współautorów zawartych w Dodatkach 2 oraz 3 ich wkład do publikacji wynosił po 15%. Wkład doktorantki przedstawiony w Dodatku 1 wynosił zatem 70%.

W przeprowadzonych badaniach próbowano określić obszary korowe związane z wykonywaniem zewnątrzpochoďnych (egzogennych) wergencji oraz dodatkowo próbowano określić jaką rolę spełniają te obszary. Uznano, że zamiast porównywać topografie potencjałów ERP (*Event Related Potential*) związanych z wykonywaniem różnych ruchów gałek ocznych, co może dawać niejednoznaczne wyniki, postanowiono opisać potencjały ERP w kategoriach aktywności, którym podlegają różne źródła korowe. W tym celu wykorzystano procedurę analizy źródła elektrycznego BESA (*Brain Electrical Source Algorithm*). Ponieważ procedura ta bazuje na charakteryzującej się wysoką

rozdzielczością czasową metodzie ERP, umożliwia to porównanie aktywności źródła wyznaczonego względem ruchu oka z aktywnością wyznaczoną względem bodźca.

Doświadczenia przeprowadzono na grupie 16 młodych ochotników z wykorzystaniem układu doświadczalnego przedstawionego na rysunku 13. Sygnały elektroencefalograficzne EEG rejestrowano za pomocą 64 aktywnych elektrod umieszczonych w położeniach zgodnych z systemem International 10-20. Ruchy oczu oraz mrugnięcia osób badanych były rejestrowane w formie sygnałów EOG (*Electrooculography*) za pomocą trzech dwubiegunowych elektrod, pokazanych na rysunku 14. W oparciu o wyznaczone rozpoczęcia ruchu oka określono czasy opóźnienia (*latencies*) jako przedziały czasu od momentu rozpoczęcia stymulacji do rozpoczęcia ruchu oka.

Wyniki przedstawiono w postaci map topografii potencjałów ERP dla trzech rodzajów ruchu oka, rejestrowanych w różnych czasach przed rozpoczęciem ruchu oka oraz wykresów przedstawiających wielkie średnie formy falowe potencjałów ERP dla trzech różnych rodzajów ruchów oka w różnych czasach, w stosunku do rozpoczęcia ruchu oka.

W dyskusji na końcu rozdziału napisano, że ruchy sakkadowe charakteryzowały się najkrótszymi czasami opóźnienia (latencjami), czasy opóźnienia o średniej wartości zaobserwowano dla połączonych ruchów rozbieżnych a najdłuższe czasy opóźnienia dla połączonych ruchów zbieżnych.

Dalej stwierdzono, że otrzymane wyniki wykazały, że istotnie największa aktywność dotycząca odpowiedzi była związana z korą potyliczną i nie zaobserwowano żadnych różnic między obydwoma obszarami czołowymi. Wyniki te mogą być związane z pierwotną i kluczową rolą kory potylicznej, połączonej z projekcją do obszarów korowych wyższego rzędu, która wyzwala obwody neuronalne, zaangażowane w wykonywanie ruchów gałek ocznych.

W dyskusji przedstawiono i omówiono wiele innych otrzymanych wyników, które jednak trudno przedstawiać w niniejszej ocenie rozprawy.

Na zakończenie dyskusji napisano, że według wiedzy autorów jest to pierwsze badanie wykorzystujące analizę źródłową potencjałów ERP w celu określenia obszarów korowych związanych z wykonywaniem zewnątrzpochodnych sakkad, połączonych rozbieżności i zbieżności. Postawiono hipotezę, że aspekty motoryczne odpowiedzialne za ostateczną realizację ruchu są kontrolowane przez obszary podkorowe.

Na końcu rozdziału na stronie 86 znajduje się podrozdział 2.5 **Informacja pomocnicza** (Supporting information), w którym znajduje się jedynie tabela nr 5. Tabela ta nigdzie nie jest wspomniana czy omówiona w tekście pracy. Tabele o numerach od 5 do 7

pojawiające się w dalszej części pracy są oznaczone nieprawidłowo i ich numery należy zamienić na numery od 6 do 8. Tabela 8 nie jest wspomniana w tekście pracy.

Rozdział trzeci rozprawy jest zatytułowany „*The engagement of cortical areas preceding endogeneous vergence eye movements and saccades*”. Rozdział ten jest według oświadczenia doktorantki pracą przygotowaną do publikacji, gdzie doktorantka jest pierwszą autorką, a jej udział w pracy wynosi 70% według jej oświadczenia pisemnego (Dodatek 4). Drugim i trzecim współautorem jest podobnie jak w przypadku rozdziału drugiego Anna Przekoracka-Krawczyk (promotor pomocniczy) oraz Rob H. J. Van der Lubbe (promotor rozprawy). Według oświadczeń współautorów zawartych w Dodatkach 5 oraz 6 ich wkład do publikacji wynosi po 15% (nie w Dodatkach 2 i 3 jak napisano w stopce na stronie 87).

W rozdziale przeprowadzono analizę źródeł potencjałów ERP z wykorzystaniem metody EEG w celu określenia obszarów korowych związanych z przygotowaniem i wykonaniem endogennych ruchów gałek ocznych, takich jak sakkady oraz złożone ruchy zbieżne i rozbieżne.

W badaniach tych udział wzięła inna grupa uczestników niż w poprzednim rozdziale. Układ pomiarowy, zaprezentowany na rysunku 22 różnił się od układu stosowanego w poprzednim rozdziale. Zastosowany układ EEG był podobny do układu stosowanego w poprzednim rozdziale. Do obróbki sygnałów stosowano algorytm i oprogramowanie BESA. Wyniki przedstawiono w postaci map topograficznych potencjałów ERP dla trzech rodzajów ruchów oka oraz wielkich średnich form falowych potencjałów ERP z aktywnością wyznaczoną względem bodźca dla trzech rodzajów ruchów oka i wybranych przedziałów czasowych.

W dyskusji wyników wskazano, że otrzymane rezultaty pokazały największą aktywność w korze potylicznej w porównaniu z czołowym polu ocznym (ang. FEF) zarówno w przypadku analizy wyznaczonej względem bodźca jak i względem źródła.

Kolejnym ważnym wynikiem, na który zwrócono uwagę był brak wpływu kory ciemieniowej w przygotowaniu i wykonaniu endogennych ruchów gałek ocznych. Wcześniejsze badania innych autorów wskazywały na ważną rolę źródła ciemieniowego na uwalnianie fiksacji i wyzwalanie sakkad egzogennych.

Podsumowując otrzymane wyniki w tym rozdziale napisano, że niniejsze badania dostarczają nowych informacji dotyczących aktywności źródeł korowych poprzedzających endogenne sakkady i wergencje.

Rozdział czwarty zatytułowany „Dyskusja ogólna” zawiera na ośmiu stronach ogólne podsumowanie otrzymanych wyników w obu wcześniejszych rozdziałach oraz porównanie ich z wynikami opublikowanymi w różnych pracach naukowych. Przedyskutowano również kwestię możliwości porównania wyników dwóch odrębnych eksperymentów opisanych w dwóch poprzednich rozdziałach rozprawy. Wskazano, że przeprowadzenie takich badań w jednym eksperymencie może powodować trudności w jego realizacji dla uczestników eksperymentu i należałoby opracować inny projekt jednego eksperymentu, który pozwoliłby na otrzymanie wielu wyników, które otrzymano w niniejszej rozprawie.

Jak wspominałem wcześniej w swojej ocenie, rozprawa zawiera bardzo dużo ważnych wyników i wniosków otrzymanych w dwóch rozdziałach, które trudno przedstawić tutaj w recenzji. Nie ulega jednak kwestii, że obszerna prezentacja i dyskusja otrzymanych wyników i ich odniesienie do wyników bardzo wielu prac opublikowanych wcześniej w literaturze przedmiotu wskazuje na ważność tych wyników i ich wkład w badanie mało poznanych źródeł korowych wergencyjnych ruchów oczu.

Chciałbym jednak zwrócić uwagę na pewne moje uwagi i pytania dotyczące przedstawionej rozprawy.

W rozprawie nie jest podane czy rozdział trzeci był lub jest planowany do opublikowania jako jedna praca lub więcej oraz w jakim czasopiśmie lub czasopismach? Z oświadczeń współautorów wynika jednak, że ma to być jedna praca z taką samą ilością autorów oraz ich wkładem, jak to wynika z oświadczeń autorów na końcu pracy.

Na stronie 3 rozprawy doktorantka przedstawia oświadczenie dotyczące samodzielności napisania przedłożonej rozprawy. Trudno się zgodzić z wszystkimi sformułowaniami tego oświadczenia. Zgodnie z oświadczeniami doktorantki na końcu rozprawy, jej wkład w realizację obu rozdziałów wynosił 70%. Współautorzy obu prac piszą w swoich oświadczeniach na końcu rozprawy, że ich wkład wynosił w sumie 30% i dotyczył koncepcji metodologii badań, określeniu rodzaju analizy wykonanych eksperymentów, oszacowaniu poprawności analizy. We wkładzie współautorów przytoczonych przy końcu publikacji będącej treścią rozdziału drugiego jest nawet więcej wkładów wymienionych niż w ich oświadczeniach.

W takiej sytuacji pierwsze zdanie oświadczenia autorki, że „...poza niezbędnymi konsultacjami nie korzystałam z pomocy innych osób” nie do końca jest zgodny z oświadczeniami współautorów. Współautorzy byli aktywnymi współpracownikami podczas badań, opracowania wyników i pisania pracy brali w nich aktywny udział, niezależnie, że głównym realizatorem była doktorantka. Osobiście uważam, że takie

oświadczenie doktorantki mogłoby być użyte, gdyby rozprawa nie składała się z dwóch publikacji z trzema autorami, lecz była tekstem całkowicie samodzielnie przygotowanym i napisanym przez autorkę, jak to ma często miejsce w rozprawach doktorskich.

W dwóch ostatnich zdaniach oświadczenia doktorantka pisze pomyłkowo o swojej pracy dyplomowej, a nie doktorskiej.

Rozprawa jest bardzo obszerna, przedstawiono w niej wiele wyników badań, ich omówienie i porównanie z podobnymi badaniami opublikowanymi w literaturze przedmiotu oraz problemów i pytań, które się pojawiły w trakcie badań i które należałoby opisać i wyjaśnić dokładniej. Przeprowadzone i przedstawione badania są nowatorskie i ważne dla poprawnego zrozumienia procesów związanych z ruchami oka, które to ruchy w bardzo istotny sposób wpływają na cały proces widzenia.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska oparta na jednej publikacji oraz materiale przygotowanym do drugiej publikacji prezentuje bardzo wysoki poziom naukowy i zawiera bardzo wiele ważnych i aktualnych wyników dotyczących aktywności obszarów kory mózgowej, odpowiedzialnych za przygotowanie i realizację ruchów sakkadowych i złożonych ruchów wergencyjnych oka.

Mogę zatem stwierdzić z całym przekonaniem, że przedstawiona rozprawa wnosi istotny wkład do tego obszaru wiedzy fizycznej i spełnia wszystkie ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim, dlatego też zwracam się do Rady Wydziału Fizyki Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr Moniki Wojtczak-Kwaśniewskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

H. Kasprowicz