



UNIwersytet
Warszawski

Wydział Psychologii



Warszawa, dn. 11.06.2024

Prof. dr hab. Emilia Łojek

Katedra Neuropsychologii

Wydział Psychologii

Uniwersytet Warszawski

ul. Stawki 5/7 00-183 Warszawa

Recenzja dorobku

w postępowaniu habilitacyjnym dr. Marcina Leszczyńskiego

w dziedzinie *Nauk Społecznych* w dyscyplinie *Psychologia*

toczącym się na podstawie ustawy z dn. 20 lipca 20218

Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

Warunek 1. Posiadanie stopnia doktora

Dr Marcin Leszczyński uzyskał stopień naukowy doktora w roku 2016 na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Fryderyka Wilhelma w Bonn, w Niemczech - kraju członkowskim Unii Europejskiej. Doktorat obronił na podstawie dysertacji pod tytułem: „*The oscillatory mechanisms of working memory maintenance*”. Zgodnie z przedstawionymi dokumentami doktorat w dyscyplinie *neuronauka* przyznano z wyróżnieniem (*magna cum laude*).

Warunek 2. Posiadanie w dorobku osiągnięć naukowych stanowiących istotny wkład w rozwój dyscypliny *Psychologia*

Dr Marcin Leszczyński posiada w swoim dorobku habilitacyjnym osiągnięcia, które wnoszą istotny wkład w rozwój wiedzy o mózgowych mechanizmach funkcji poznawczych. Jego prace mają istotne znaczenie dla dyscypliny *psychologia (neuropsychologia)*, ale również dla nauk ścisłych i przyrodniczych, szczególnie (*neuro*)*biologii*.

W swojej pracy naukowej zajmuję się głównie badaniami z zakresu neuropsychologii klinicznej, prowadzonymi w nieco innym paradygmacie niż prace habilitanta: skupiam się na dysfunkcjach mierzonych na poziomie behawioralnym u chorych z uszkodzeniami mózgu w odniesieniu między

innymi do danych neurostrukturalnych i neurofizjologicznych. Z takiej perspektywy naukowej będę oceniać osiągnięcia kandydata.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Cykl spójnych tematycznie publikacji naukowych, zatytułowany: „Rola oscylacji mózgowych w aktywnej eksploracji zmysłowej”, określony jako główne osiągnięcie habilitacyjne obejmuje pięć artykułów, które ukazały się w latach 2018-2023. Cztery prace empiryczne oraz jedna teoretyczna zostały opublikowane w prestiżowych czasopismach naukowych z listy JCR o wysokich współczynnikach cytowań (pkt suma – 840, IF suma – 47,3). Jeden z tych artykułów ukazał się w czasopiśmie z grupy *Nature* (IF - 17.69), co stawia go bardzo wysoko w szeregu prac badawczych na świecie.

Badania przedstawione w omawianym cyklu publikacji zostały zrealizowane przy świetnej współpracy międzynarodowej, w wysokiej rangi zagranicznych ośrodkach naukowych USA, przy dofinansowaniu m.in. z grantów Amerykańskiego Narodowego Instytutu Zdrowia. Należy wspomnieć, że obecnie habilitant jest zatrudniony na stanowiskach badawczych jednocześnie w Uniwersytecie Stanowym Columbia w Nowym Jorku, z którym związany jest od 2016, kiedy to rozpoczął staż podoktorski na Wydziale Chirurgii Neurologicznej tego Uniwersytetu oraz Uniwersytecie Jagiellońskim w Instytucie Filozofii, Zakładzie Kognitywistyki (od 2020).

Wszystkie artykuły cyklu mają charakter współautorski. W trzech opracowaniach habilitant występuje jako pierwszy autor, a w pozostałych jest wymieniany na drugim miejscu w gronie od 7 do 10 współautorów. W publikacjach pierwszoautorskich dr M. Leszczyński ma istotny udział w tworzeniu koncepcji i założeń teoretycznych pracy, projektowaniu, realizacji badań, gromadzeniu i analizie wyników oraz pisanem manuskryptu. Zgodnie z informacjami podanymi w artykule z *Nature Communications*, dr Leszczyński był w tym projekcie odpowiedzialny głównie za stronę metodologiczną badań, zbieranie danych oraz pisanie artykułu. W pierwszym badaniu z omawianego cyklu, zaprezentowanym w *Current Biology. Report* (2018) habilitant (wspólnie z C. E. Schroedem) odpowiadał za zaprojektowanie oraz realizację wewnątrzczaszkowych pomiarów EEG (a także brał udział w pisaniu manuskryptu).

Przystępując do czytania poszczególnych publikacji z omawianego cyklu, przyjąłm nieco inną kolejność niż ta zaprezentowana w materiałach habilitacyjnych – kierowałam się porządkiem ukazywania się publikacji. Analiza wkładu pracy dr. M. Leszczyńskiego w poszczególne artykuły z tej serii właśnie zgodnie z kolejnością, w której były opublikowane, wyraźniej ukazuje stopniowy rozwój habilitanta w kierunku co raz większej samodzielności naukowej oraz podejmowania wiodącej roli w międzynarodowych zespołach badawczych. Wskazuje także na konsekwentne dążenie do eksploracji wybranego obszaru badawczego.

W artykule z 2018 roku – najwcześniejszej pracy z omawianego cyklu – weryfikowano hipotezę o zaangażowaniu komórek siatkowych przednich obszarów przyśrodkowych części płatów skroniowych w trakcie aktywnej eksploracji wzrokowej obrazu w przestrzeni dwuwymiarowej. W badaniu wzięło udział 35 osób zdrowych i jeden chory z epilepsją. Stosowano techniki MEG oraz okulografu. Analizowano szerokopasmową aktywność w wysokiej częstotliwości (sygnał BHA), który, co ważne, jest istotnym korelatem sygnału BOLD oraz potencjałów czynnościowych. Potwierdzono zaangażowanie komórek siatkowych w hipokampie podczas aktywnej eksploracji wzrokowej dwuwymiarowej przestrzeni oraz brak takiej aktywności w jądrze migdałowatym, które nie posiada

komórek siatkowych. Ponadto stwierdzono, że modulacje sygnału BHA w trakcie wzrokowego przeszukiwania przestrzeni regularnie przybierają kształt struktury sześciokątnej. Wyniki są zgodne z nielicznymi dotąd wcześniejszymi doniesieniami z badań na ludziach i zwierzętach. Sześciokątny (a nie inny) kształt sygnału BHA podczas przetwarzania informacji przestrzennych musi budzić zainteresowanie. Ciekawa jestem przemyśleń dr M. Leszczyńskiego na ten temat. Praca ta przyczynia się do lepszego poznania mechanizmów przetwarzania i reprezentowania informacji wzrokowo-przestrzennych na różnych poziomach organizacji mózgu.

W badaniach opublikowanych w 2018 roku dr M. Leszczyński stosuje już metodę swobodnej eksploracji wzrokowej, jednak temat ten nie stanowi jeszcze zagadnienia centralnego. Dopiero kolejne cztery publikacje cyklu są wyraźnie skupione na wyjaśnieniu i weryfikacji modelu aktywnego postrzegania.

Serię artykułów rozpoczyna świetna praca teoretyczno-przeglądowa, która dowodzi konieczności zmiany paradygmatu badań nad percepcją wzrokową z modelu „pasywnego”, w którym obserwator fiksuje wzrok na bodźcu dostarczonym przez eksperymentatora, na podejście „aktywne”, zbliżone do naturalnego, w którym osoba badana aktywnie eksploruje obraz wzrokowy. Jak podkreślają habilitant ze współautorem, kluczowym aspektem aktywnego postrzegania wzrokowego jest ruch, a tu szczególnie naturalny ruch sakadowy gałek ocznych. W korze wzrokowej sygnały powiązane z sakadami (niezalenie od sygnałów z siatkówki oka) przedstawiają neurony kory wzrokowej w stan wysokiej pobudliwości po zakończeniu każdej sakady. Cykliczny charakter ruchu sakadowego podczas swobodnej eksploracji wzrokowej nie tylko organizuje stopień lokalnej pobudliwości neuronów w sieci wzrokowej, ale prawdopodobnie wpływa także na dynamikę interakcji między różnymi obszarami mózgu, a nawet globalnie. Ważnym aspektem tego modelu jest ponadto założenie, że bodziec może być różnie interpretowany przez mózg w zależności od tego, w której fazie oscylacji mózgowych się pojawi, a zmiany pobudliwości związane z fazą oscylacji wspomagają kodowanie informacji, czyli procesy pierwszego etapu uczenia się i pamięci. Zakłada się, że podczas naturalnego swobodnego aktywnego przeszukiwania wzrokowego oscylacje neuronalne o niskiej częstotliwości powiązane z ruchami sakadowymi gałek ocznych z wyprzedzeniem modulują pobudliwość neuronów w taki sposób, aby wzmocnić neuronową reprezentację bodźców wzrokowych oraz poprawić ich transmisję drogami wzrokowymi.

Testowanie powyższych założeń teoretycznych, poznanie zasięgu sieci mózgowych modulowanych przez ruchy sakadowe oraz charakterystyk oscylacji mózgowych w procesie aktywnego postrzegania wzrokowego stało się następnie celem serii badań empirycznych, które zaprezentowano w trzech kolejnych publikacjach cyklu habilitacyjnego.

W pracy z 2021 roku opublikowanej w *Scientific Report*, dr Leszczyński wraz ze współautorami weryfikowali hipotezę o związku ruchów sakadowych z aktywnością jąder przednich wzgórza – obszaru szczególnie istotnego m.in. ze względu na znaczenie pętli anatomiczno-czynnościowych łączących wzgórza z korą mózgu, a szczególnie z siecią uwagową czołowo-ciemieniową (*fronto-parietal attention network*). Co ważne, przednie jądra wzgórza nie posiadają bezpośredniej siatki połączeń anatomicznych z systemem wzrokowym. W związku z tym, zgodnie z modelem aktywnego postrzegania wzrokowego, autorzy zakładali, że ruchy sadakowe nie będą mieć istotnego związku z cechami potencjałów polowych w przednich jądrach wzgórza, ale mogą oddziaływać na zmiany potencjałów polowych w tych obszarach. Badanie przeprowadzono w warunkach oddziaływa intensywnego opieki medycznej na trojgu chorych leczonych z powodu padaczki lekoopornej. Elektrody implantowano tym pacjentom w celach leczniczych, celując do jąder przednich wzgórza. W tym czasie zbierano również dane eksperymentalne. Podczas godzinnej sesji terapeutyczno-badawczej

pacjenci wykonywali różne zadania poznawcze prezentowane na ekranie laptopa, wchodzili także w interakcje z osobą prowadzącą eksperyment oraz członkami zespołu medycznego oddziału intensywnej terapii. W uproszczeniu, złożone metody analizy wyników wykazały, że aktywne przeszukiwanie wzrokowe faktycznie angażuje nie tylko znane sieci wzrokowe mózgu, ale również – w dosyć zaskakujący sposób – ma związek ze zmianami polowymi w przednich jądrach wzgórza. Okazało się bowiem, że potencjały polowe w obszarze przednich jąder wzgórza ulegają modyfikacji jeszcze PRZED rozpoczęciem ruchu sakadowego gałki ocznej, a potencjał o największej amplitudzie pojawia się WCZEŚNIEJ niż ten wywołany przez zmiany w stymulacji siatkówki. Autorzy interpretują uzyskane wyniki w terminach kolejnych hipotez do weryfikacji: alokacji uwagi oraz tzw. kopi wewnętrznej.

W kolejnej pracy empirycznej, która została opublikowana w *Current Biology* (2023) kontynuowano sprawdzanie hipotezy o modulacji potencjałów polowych poprzez ruchy sakadowe gałek ocznych w obszarach mózgu niezwiązanych z funkcjami wzrokowymi. Tym razem regionami zainteresowania było sześć struktur związanych ze słuchem w płatach skroniowych kory mózgu. W badaniu wzięło udział 9 chorych na padaczkę lekooporną. Pacjentom implantowano elektrody iEEG do określonych okolic mózgu w celu chirurgicznego leczenia padaczki lekoopornej. W czasie operacji chorzy wykonywali zadania poznawcze wymagające aktywnego przeszukiwania wzrokowego. Ruchy gałek ocznych mierzono okulografem. Zadania poznawcze objęły oglądanie statycznych obrazów, a w niektórych przypadkach również oglądanie nagrań video ze ścieżką dźwiękową lub bez (w tym np. 10-minutowe fragmenty serialu *Despicable me* w języku angielskim bądź węgierskim). Badanie to przyniosło wiele wartościowych i inspirujących danych. Przede wszystkim rezultaty potwierdziły przypuszczenia dr. M. Leszczyńskiego i współautorów dotyczące związku pomiędzy ruchami sakadowymi a zmianami w pobudliwości sieci neuronalnych innych niż wzrokowe. Efekt ten odnotowano w odniesieniu nie tylko do kory słuchowej, ale również somato-sensorycznej. Odkryto różne mechanizmy tej synchronizacji w pasmach fal theta i alfa. Wykazano, że wzrost pobudliwości kory słuchowej współwystępuje z tłumieniem aktywności w sieciach wzrokowych. Opisano zaangażowanie ważnych funkcjonalnie obszarów korowych, takich jak pole wzrokowe w płatach czołowych oraz górny zakręt skroniowy w regulacji związku pomiędzy sakadami a pobudzeniem kory słuchowej.

Ostatnia praca w cyklu habilitacyjnym (opublikowana w *Nature Communications*, 2023) to logiczna kontynuacja, ale też znaczne poszerzenie wcześniejszych badań dr M. Leszczyńskiego. W tym projekcie habilitant odpowiadał za autorskie metody pomiaru i zbieranie danych. Należy zauważyć, że właśnie od strony metodologicznej i realizacji pomiarów ten projekt był prawdopodobnie najbardziej wymagający. Zbadano 23 pacjentów leczonych z powodu padaczki lekoopornej. Stosowano podobne techniki pomiarowe, jak w poprzednio, w tym okulograf, ale sam śródczaszkowy pomiar EEG obejmował dane z 6328 elektrod z całego obszaru mózgu (ośrodków korowych i podkorowych). Również materiał wzrokowy (filmy) był znacznie bardziej skomplikowany i oryginalny. Część materiałów przygotowano na podstawie wyników dodatkowego badania 200 osobowej grupy respondentów. W ten sposób ustalono ważne momenty, w których prezentacja filmu będzie przerwana. Właśnie manipulacja przerwami w oglądanym filmie najwyraźniej wskazała na związek ruchów sakadowych z dynamiką potencjałów pola we wszystkich mierzonych obszarach mózgu: płatach kory, strukturach podkorowych: przyśrodkowych częściach płata skroniowego, hipokampie, a nawet w jądrze migdałowatym, czego nie odnotowano wcześniej (w pracy z 2018). Przerwy mające znaczenie semantyczne (występujące w ważnych momentach filmu) wykazały szczególnie związek sakad z charakterystyką potencjałów w płatach skroniowych i przyśrodkowych częściach tych płatów.

Podsumowując, powyższy cykl badań naukowych, w których dr M. Leszczyński miał niewątpliwie znaczący udział wskazuje na konieczność zmiany wielu dogmatów na temat czynnościowej organizacji mózgu. Badania te ukazują znacznie silniejszy niż zakładają dotychczasowe koncepcje relacji mózg-zachowanie, związek na poziomie neurofizjologicznym pomiędzy takimi podstawowymi czynnościami biologicznymi organizmu, jak ruchy sakadowe gałek ocznych a złożonymi czynnościami umysłowymi człowieka jak: uwaga, uczenie się i pamięć. Należy też podkreślić, że habilitant nie zatrzymuje się w swoim rozwoju naukowym i jest w trakcie realizacji kolejnych projektów badawczych ten temat.

Do dyskusji z habilitantem zostawiam kwestie potencjalnych zniekształceń wyników ze względu na specyfikę osób badanych - chorych z epilepsją. Swego czasu pionierskie badania Penfielda na chorych z padaczką również budziły podobne kontrowersje. Wątpliwości wydają się nadal uzasadnione w obliczu współczesnej wiedzy o dużym zróżnicowaniu indywidualnym organizacji czynnościowej mózgu nawet u osób zdrowych, a co dopiero u chorych na padaczkę. Znaczenie mogą tu mieć takie czynniki jak obecność dysfunkcji mózgu, leczenie farmakologiczne zmieniające próg pobudliwości neuronów (nawet jeżeli nieskuteczne w redukcji napadów epileptycznych), neurofizjologiczne procesy reorganizacyjne i kompensacyjne, stres i stan emocjonalny, ciężka choroba zagrażająca życiu, pobyt na oddziale intensywnej terapii, różnicowanie ze względu na wiek, niska liczebność prób, brak potwierdzenia wyników badań z tą samą metodologią na osobach zdrowych, itd.

Habilitant wielokrotnie podkreśla, że „aktywne postrzeganie wpływa na oscylacje neuronalne w GLOBALNEJ sieci mózgowej. Jednak różne struktury mózgu w różny sposób poddają się tej modulacji. Zgodnie z badaniem z *Nature* np. kora wyspowa okazała się najbardziej odporna na ten wpływ. Ciekawa jestem, jak habilitant interpretuje te różnice. Czy rzeczywiście można mówić o wpływie w skali „globalnej”? Gdzie są jej granice?

Zaciekawił mnie problem związku aktywnego postrzegania wzrokowego z procesami odbioru i rozumienia języka. Jak habilitant widzi swoje doświadczenia badawcze w manipulacji warstwą językową prezentowanych filmów (po angielsku lub węgiersku) w odniesieniu do związku pomiędzy postrzeganiem wzrokowym a obszarami skroniowymi przetwarzającymi informacje semantyczne zawarte w komunikacie językowym w obu półkulach mózgu?

Ostatnie spostrzeżenie dotyczy potrzeby zachowania pewnej równowagi w podejściu do podmiotu i przedmiotu badań. Autoreferat sprawia wrażenie raportu z fascynujących dla autora studiów inżyneryjno-technicznych nad skomplikowaną maszyną. Biologowie, fizycy, inżynierowie, być może nawet filozofowie (kognitywiści) pewno nie dostrzegliby w tym najmniejszego problemu. Osobiście jednak trudno mi zaakceptować opis badania z udziałem ludzi, gdzie nie ma słowa o osobach badanych. Jest to szczególnie trudne do akceptacji w kontekście nadawania stopnia naukowego w dziedzinie *Psychologia*.

Warunek 3. Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Dr. M. Leszczyński w pełni spełnia powyższy warunek. Posiada bogate doświadczenie w realizacji badań na uczelniach w Polsce i za granicą – w Niemczech i USA. Po uzyskaniu doktoratu realizował badania naukowe w Uniwersytecie Columbia w Nowym Yorku oraz Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie.

Ocena pozostałego dorobku habilitacyjnego

- Publikacje

W dokumentacji habilitacyjnej kandydat omawia wiele publikacji naukowych, które powstały przed rokiem 2016. Prace te tworzą spójny merytorycznie obraz rozwoju i dorobku zawodowego dr. Leszczyńskiego. Jednak w mojej dalszej ocenie pominę te osiągnięcia, które posłużyły dr. Leszczyńskiemu na ścieżce do uzyskania stopnia naukowego doktora.

Oprócz cyklu pięciu artykułów, które weszły w skład osiągnięcia habilitacyjnego, dr M. Leszczyński posiada w swoim dorobku po doktoracie także inne, wartościowe publikacje oparte na oryginalnych badaniach empirycznych realizowanych w zagranicznych ośrodkach naukowych i opublikowanych w prestiżowych czasopismach z listy JCR.

Pierwszy z dwóch takich serii, złożonej z trzech artykułów, dotyczy neuronalnych mechanizmów zjawiska „błądzenia myślami”, czyli stanu słabszego skupienia uwagi, oderwania od tego, co się dzieje tu i teraz. W jednej z tych publikacji dr M. Leszczyński występuje jako wiodący autor, w innych jest jednym z kilku. Prace badawcze idą w kierunku znalezienia odpowiedzi na pytanie, o znaczenie funkcjonalne analizowanego zjawiska „błądzenia myślami”, czy jest to stan, który niesie wyłącznie negatywne konsekwencje związane z oderwaniem uwagi od zadań bieżących. Wyniki badań przy współautorstwie dr. M. Leszczyńskiego wskazują na to, że pozytywnym efektem stanu zmniejszonej wrażliwości na bodźce zmysłowe może być wzrost zdolności do twórczego myślenia i niestereotypowych skojarzeń. Obserwacje te dobrze wpisują się w aktualne studia między innymi nad neuronalnymi mechanizmami oraz psychologicznymi efektami medytacji.

Celem drugiego cyklu prac w dorobku około-habilitacyjnym kandydata jest poznanie neurofizjologicznych mechanizmów generowania zmian mezoskopowych w potencjale pola. Dr Leszczyński i współautorzy opublikowali dwa oryginalne badania empiryczne dotyczące tych zagadnień. Jeden z artykułów tego cyklu, w którym dr M. Leszczyński jest pierwszym autorem ukazał się w czasopiśmie z grupy *Science* (*Science Advances*, IF=13.6), co niewątpliwie jest wskaźnikiem bardzo wysokiej wartości naukowej tej publikacji w skali międzynarodowej. Omawiane prace mają charakter wybitnie neurobiologiczny, trudno w nich doszukać się treści neuropsychologicznych. Jednak, jak habilitant podkreśla, w autoreferacie: lepsze rozumienie mechanizmów generowania potencjałów pola pozwala mu budować wyjaśnienia procesów poznawczych oparte na rzetelnych podstawach fizjologicznych (s. 40).

- Kierowanie projektami badawczymi finansowanymi ze środków zewnętrznych

Dr M. Leszczyński posiada bogate doświadczenie w pracy naukowej z kilkoma zespołami międzynarodowymi – jako badacz współpracujący – w projektach finansowanych ze źródeł Amerykańskiego Narodowego Instytutu Zdrowia Psychicznego. W chwili obecnej pełni funkcję kierownika zespołu badawczego realizującego projekt finansowany przez NCN (OPUS-23).

- Inna aktywność naukowa

W ciągu ośmiu lat po doktoracie habilitant prezentował wyniki swoich prac naukowych na licznych krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych. W ośmiu przypadkach były to prezentacje wyróżnione zaproszeniem. Pełni funkcje recenzenta prac nadsyłanych do międzynarodowych czasopism naukowych z dziedziny, którą się zajmuje.

- Aktywność dydaktyczna i organizacyjna

Osiągnięcia związane z pracą naukowo-badawczą zdecydowanie dominują w dorobku habilitacyjnym kandydata. Aktywność dydaktyczna i organizacyjna są znacznie mniejsze, co jest w pełni zrozumiałe przy realizacji wyżej opisanych, świetnych projektów badawczych. Nie mniej jednak dr M. Leszczyński posiada także doświadczenie w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w językach angielskim i polskim na uczelniach, z którymi był (jest) związany. Pełnił rolę opiekuna naukowego studentów w wielu projektach naukowych, w tym w odniesieniu do dwóch prac magisterskich. Habilitant założył i kierował klubem dyskusyjnym mającym na celu popularyzację nauki i integrowanie środowisk naukowych przy Uniwersytecie Columbia.

Podsumowując, dr Marcin Leszczyński jest bardzo aktywnym naukowcem, rozpoznawalnym w skali międzynarodowej. Jego prace wnoszą znaczący wkład w obszar badań nad mózgiem i zachowaniem. Jego dorobek spełnia wszystkie wymagania stawiane w procedurze habilitacyjnej. Rekomenduję nadanie doktorowi Marcinowi Leszczyńskiemu stopnia doktora habilitowanego.