

Poznań, 10-09-2024

Prof. dr hab. Grzegorz Króliczak
Wydział Psychologii i Kognitywistyki UAM

**Recenzja rozprawy doktorskiej – autorstwa mgr Alicji M. Olszewskiej –
zatytułowanej „Piano training as a model for studying the dynamics of experience-
dependent neuroplasticity”**

Jak wskazuje wspomniany właśnie tytuł, praca jest napisana języku angielskim i zawiera jedynie streszczenie w języku polskim (bez polskiego odpowiednika tytułu, co nie jest żadnym zarzutem, tylko stwierdzeniem „stanu rzeczy”). W dysertacji badana jest dynamika neuroplastyczności mózgu w trakcie nabywania nowych umiejętności; tu: gry na pianinie. W sposób unikatowy, łączy się w niej podejścia podłużne i przekrojowe w celu zbadania zmian aktywności mózgu u początkujących, choć już dorosłych „pianistów”, uczących się gry na tym instrumencie przez 26 tygodni. **Rozprawa została napisana pod kierunkiem / opieką naukową prof. dr hab. Artura Marchewki** (Ph.D., D.Sc.) oraz opiekun pomocniczej dr Aleksandry M. Herman (Ph.D., D.Sc.). Opisane w dysertacji, co warte podkreślenia niezwykle czasochłonne i bardzo wymagające od strony metodycznej, a niekiedy także metodologicznej badania, były sfinansowane przez grant z *Narodowego Centrum Nauki*, #2018/30/E/HS6/00206 „Dynamika plastyczności ludzkiego mózgu w procesie uczenia się - badania podłużne z użyciem technik neuroobrazowania”, którego kierownikiem był prof. Marchewka (tj., już wspomniany opiekun naukowy). Doktorantka ma oczywiście także afiliację Laboratorium obrazowania mózgu (the Laboratory of Brain Imaging; LOBI) w *Instytucie Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego* Polskiej Akademii Nauk.

Postępowanie o nadanie stopnia doktora mgr Alicji M. Olszewskiej prowadzone jest na podstawie przepisów Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (art. 187, Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

Pomimo że przedstawiona mi do oceny praca stanowi napisaną oryginalnie (niejako od nowa) monografię naukową, trzeba tu od razu także zaznaczyć, że obszerne jej fragmenty, w tym opisy metod, przeprowadzonych analiz, wyników oraz ich dyskusji można znaleźć przynajmniej w trzech artykułach, w których **Alicja M. Olszewska jest wiodącym, to znaczy pierwszym autorem**. Chodzi o następujące prace:

Olszewska, A. M., Gaca, M., Drozdziel, D., Widlarz, A., Herman, A. M., & Marchewka, A.
(2024). Understanding functional brain reorganization for naturalistic piano

playing in novice pianists. *J Neurosci Res*, 102(2), e25312.
<https://doi.org/10.1002/jnr.25312>

Olszewska, A. M., Drozdziel, D., Gaca, M., Kulesza, A., Obrebski, W., Kowalewski, J., Widlarz, A., Marchewka, A., & Herman, A. M. (2023). Unlocking the musical brain: A proof-of-concept study on playing the piano in MRI scanner with naturalistic stimuli. *Heliyon*, 9(7), e17877. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17877>

Olszewska, A. M., Gaca, M., Herman, A. M., Jednorog, K., & Marchewka, A. (2021). How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity. *Front Neurosci*, 15, 630829. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.630829>

Powyzsze trzy artykuly zostaly wyliczone w kolejnosci zstepujacej, to znaczy, wedlug dat publikacji od najnowszej (najswiezszej) do najstarszej. Ich kolejnosc nie ma w zasadzie wiele wspolnego z trzema, po czesci niezaleznyimi, **Eksperymentami** naukowymi opisanymi w samej monografii. Ta ostatnia, sila rzeczy, zaczyna sie od wprowadzenia teoretycznego, a przez to zawiera przynajmniej niektore z watkow zasygnalizowanych / poruszanych w artykule z 2021 r. (*Front Neurosci*, 15). Calkiem logicznym jest, ze po rozwazaniach teoretycznych, zwlaszcza w tak oryginalnej kwestii jak plastycznosc mozgu pod wplywem dluzszego treningu w postaci nauki gry na pianinie, wypadalo przedstawic wiarygodny „dowod” („proof of concept”) dotyczacy mozliwosci testowania (nabywanej wlasnie) umiejetnosci gry na pianinie w niezwykle wymagajacych / a tak naprawde bardzo niekomfortowych warunkach testowania w skanerze MRI, z wykorzystaniem naturalistycznych bodzcow, co zostalo opisane w *Heliyon*, 9(7), e17877 (2023). Co jeszcze wazniejsze w tym projekcie, calosc przebiegala zgodnie z jedna z faktycznie wykorzystywanych na swiecie metod *beznutowego* uczenia nauki gry na instrumentach (metoda Schinichi Suzuki, przypomina w pewnym sensie poczatkowa nauke jazyka – po okresie niemowlactwa, dziecko zaczyna m.in. nabywac umiejetnosc poslugiwania sie jazykiem, bez rownoczesnego nabywania umiejetnosci czytania, ktore przychodzi najczesciej kilka lat pozniej). Swoistym domkniemciem stalo sie pelniejsze opisanie oraz doglębniejsze zrozumienie reorganizacji funkcjonalnej mozgu nastepujacej pod wplywem rzeczywistej nauki gry na pianinie, w warunkach zblizonych do jak najbardziej naturalnych, u osob chcacych nauczyc sie tej czynnosci, bez uwzględniania / wdrazania do tego procesu umiejetnosci (wspomnianego juz nie wprost) czytania nut (*J Neurosci Res*, 102, e25312).

Jako recenzent monografii doktorskiej, znajacy juz po czesci wspomniany wyzej dorobek naukowy Kandydatki do tytulü / tj. Doktorantki, mialem pewien niedosyt, czy nawet wyraźny dyskomfort wynikajacy z braku informacji dotyczacy tego, na ile juz opublikowane raporty pokrywaja sie z treścią samego doktoratu. (Dokladnie 20 lat wczesniej, piszac swoja monografie doktorska, dawalem recenzentom wyraźne wskazowki, ze np. rozdzial stanowi nieco bardziej rozbudowana wersje artykulu X, badz, ze [inny rozdzial] jest czesciowo zmodyfikowana wersja pracy wlasnie zlozonej do recenzji.) Aby jednak dalej nie spowalniać procesu recenzyjnego, a zarazem by znacząco ulatwic sobie prace, przyjalem upraszczajace zalozenie, ze termin zlozenia rozprawy –

mianowicie rok 2024, musi oznaczać, że Autorka odwołuje się do już opublikowanych rozważań oraz wyników bez jakichkolwiek, a przynajmniej jakichś znaczących, zmian. (Dla niezorientowanych dodam jedynie, że znacznie powszechniejsza jest sytuacja, w której wyniki z dysertacji niekoniecznie w pełni pokrywają się z tymi ostatecznie opublikowanymi w artykułach; jeśli tak jest, to najczęściej pod wpływem procesu recenzyjnego, np. prośby o reanalizy, pozbycie się „outlierów”, nabycie nowej wiedzy, niedostępnej na etapie doktoratu, a wymuszającej nieco inne podejście do analizy danych, itp.) Jeśli tak, to czuję się po części zwolniony z bardzo skrupulatnej recenzji wykorzystanej w tej pracy metodyki, podejść do analizy danych, interpretacji wyników czy też ich dyskusji. Przedstawione poniżej komentarze częściowe będą niekiedy wygłaszać z dwóch perspektyw: recenzenta, który zawodowo zajmuje się neuroobrazowaniem mózgu, a także – w przeszłości – zawodowego muzyka (który tylko przez zrządzenie losu nie trafił na akademię muzyczną, a przez to został naukowcem; co warte podkreślenia, nie zajmuje się muzyką).

Badanie nr 1 skupiało się na przebiegu czasowym przystosowań neuroplastycznych mózgu w odpowiedzi na przetwarzanie, czy raczej pod wpływem przetwarzania słuchowego muzycznych bodźców akustycznych. W wielkim uproszczeniu, w literaturze przedmiotu dość często przyjmuje się, że trening muzyczny, w tym nauka gry na instrumentach, w pierwszym rzędzie rozwija umiejętności słuchowe i powoduje zmiany w korze słuchowej i „około-słuchowej” mózgu. Nie znam dokładnej historii tych badań, ale to upraszczające założenie musiało być wysunięte *post hoc*, przez badaczy nie będących muzykami (lub świadomymi muzykami), pod wpływem wyników neuroobrazowych, w tym rezultatów uzyskiwanych w skanerach wykorzystujących funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI), w badaniach stosujących jedynie bodźce akustyczne. To ostatnie jest zrozumiałe, z uwagi na ograniczenia środowiska fMRI (przynajmniej w przeszłości). Dla człowieka z branży oczywistym jednak jest, że muzykiem nie zostaje się dlatego, że w procesie uczenia udaje się rozwinąć słuch muzyczny, ale dlatego, że już na wejściu ma się niezwykle wyrafinowane (w porównaniu do nie-muzyków) zdolności słuchowe, a za pewne także i manualne, w tym zadatki na rozwój połączeń między nimi. Zatem, uzyskane w tym badaniu wyniki – brak wpływu treningu na neuronalne podłoże przetwarzania muzyki, a także oczywisty brak efektu przeniesienia (transferu) zdolności nabywanych w trakcie treningu muzycznego na zadanie poznawcze z testu pamięci tonalnej (w postaci relatywnie trudnego testu n-back), świadczą z mej perspektywy o dobrze zaprojektowanej, przeprowadzonej oraz zinterpretowanej pod względem uzyskanych efektów, pracy naukowej. Nie da się tu oczywiście przecenić oryginalności zastosowanej metodyki i przewyciężaniu wyzwań środowiska fMRI.

Badanie nr 2 (to najbardziej rozbudowane i wymagające) skupiło się natomiast na zrozumieniu postulowanych interakcji słuchowo-ruchowych rozwijanych podczas treningu muzycznego w znakomicie zaprojektowanym paradygmacie i protokole wykorzystującym faktyczne granie na pianinie. Prócz wykorzystania sekwencji jednoręcznych, symetrycznych i niesymetrycznych, odpowiednio stopniowano trudność nauczanego beznutowo materiału, od prostego do coraz bardziej złożonego. Warunki

treningu i warunki testowe, choć nie identyczne, były jak najbardziej zbliżone do siebie (szczególnie zwróciłem uwagę na brak wzrokowej informacji zwrotnej). Wyniki wskazują na wyraźne zmiany w sieciach mózgu łączonych z kontrolą ruchową oraz postulowaną, za pewne, zwiększoną łącznością, a przynajmniej jakąś integracją funkcjonalną ośrodków odpowiadających za kontrolę słuchową i ruchową zachowań ludzkich. Po krytycznej analizie wyników z Badania 1, rezultaty te są już nie tylko bardziej intuicyjne, ale wręcz oczekiwane. Stosowne spadki aktywności są spójne z ideą „wyostrowania reprezentacji neuronalnych”, bądź optymalizacji funkcjonowania podłoża neuronalnego kontroli sekwencji manualnych, czy wręcz automatyzacji stosownych mechanizmów kontrolnych.

Porównanie międzygrupowe pianistów nowicjuszy i wykwalifikowanych muzyków z Badania 3 pokazało istotne różnice „przed” (zwiększona aktywność ośrodków będących prawdopodobnym podłożem integracji słuchowo-ruchowej), ale już nie po treningu. To ostatnie nie dziwi, z uwagi na zrównanie wymogów stawianych obu testowanym grupom. Zupełnie inaczej było z pamięcią tonalną; wytrenowani muzycy byli istotnie lepsi zarówno przed, jak też i po treningu grupy pianistów nowicjuszy. Brak transferu umiejętności można interpretować na różne sposoby, choć najbardziej oszczędny sugerowałby konieczność lat praktyki, lub specyficznie ukierunkowanego, za pewne niekrótkiego treningu, pod nieobecność stosownych predyspozycji już na wejściu.

Bardziej szczegółowe opisy wspomnianych powyżej trzech badań znaleźć można w pracy począwszy od str. 26 do 39, najpierw w kontekście opisu samych projektów eksperymentalnych oraz ich przebiegów czasowych, a następnie w kontekście wykorzystanych procedur eksperymentalnych i analiz statystycznych. Poprzedzający je ogólny opis metod i wykorzystanych materiałów do nauki gry na pianinie, kompatybilnej ze środowiskiem fMRI klawiatury MIDI do testowania, a także parametrów danych neuroobrazowych zajmuje 16 stron. Wstęp teoretyczny, uwzględniający różne modele neuroplastyczności, w tym modele proponowane w kontekście rozwoju zdolności muzycznych, zwieńczony hipotezami badawczymi zajmuje stosownych 20 stron. Po krótkim opisie wstępnego przetworzenia danych neuroobrazowych i analiz danych, wyniki poszczególnych badań są opisane osobno począwszy od str. 45, a skończywszy na 83. Wszystkie opisy są bardzo bogato ilustrowane. Rozpoczynająca się na str. 83 ogólna dyskusja, począwszy od kwestii złożonych („skomplikowanych”) relacji pomiędzy treningiem muzycznym a przetwarzaniem słuchowym (problemu, który już wcześniej skomentowałem z „muzycznego punktu widzenia”), poprzez adaptacje systemu kontroli ruchowej i interakcje słuchowo-ruchowe, w tym kluczowej koordynacji oburęcznej (gdzie tu wychodziły różnice), neuroplastyczność specyficzną dla treningu muzycznego oraz ustosunkowanie się do różnych modeli przebiegów neuroplastyczności z perspektywy własnych badań podłużnych oraz ich „aplikacje” w świecie rzeczywistych interwencji („neuro-rehabilitacyjnych”) kończą się na stronie 94. Ograniczenia badań własnych, konkluzje, dodatkowe tabele, wykorzystana bibliografia, a także wykaz publikacji Kandydatki zajmują kolejnych 25 stron.

Zanim przejdę do stwierdzeń końcowych, zawierających ocenę wraz z krótkim uzasadnieniem trzech wymaganych obecnie w recenzji doktoratu punktów, poniżej

przedstawię dwie uwagi krytyczne. Czynię to tylko i wyłącznie na potwierdzenie, że pracę niniejszą bardzo uważnie przeczytałem i nie ma to wpływu na moją ocenę końcową.

Pojęcie „aktywności” mózgu, w tym „aktywności neuronalnej” pojawiało się wielokrotnie we wprowadzeniu i bodaj raz w dyskusji, zazwyczaj w kontekście ogólnych odwołań do wyników innych badań. Zastanawiałem się wielokrotnie czy to jedynie przypadek, gdyż przy opisie wyników własnych pojęcia tego Kandydatka nie użyła (chyba) nigdy. Zamiast tego, bezrefleksyjnie wykorzystywała termin „activation”, np. „average activation”, „brain activation”, czy też „changed activation” (w różnych kontekstach; zarówno wzrostu, jak też i spadku sygnału), **nawet jeśli były to wyraźne spadki poniżej „0”** (nie ważne czy odniesieniem była właściwa aktywność z okienka spoczynkowego, czy tylko tzw. implicit baseline). Chciałem jedynie zauważyć, że „spadek aktywacji” (czy raczej aktywności!) oraz wzrost deaktywacji - **wyhamowywanie aktywności** - mózgu to fundamentalnie różne zjawiska i nie należy ich – mylnie – określać w ten sam sposób.

Jeśli w tym samym zdaniu pojawia się „the left angular and inferior parietal gyrus” (str. 55, trzecia linia od dołu) to chyba z opisem wyniku też jest coś nie tak. Prawdopodobnie jest to efekt bezrefleksyjnego wykorzystania atlasu AAL. Aż sam się dziwię, co autorzy atlasu mieli na myśli wydzielając zakręt nadbrzeżny, kątowy oraz dolny płacik ciemieniowy.

Trzy kluczowe elementy oceny:

- 1) Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora (w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach)? Bez wątplenia tak jest. W pracy prezentowany jest zarówno (uproszczony) model dwoistych strumieni przetwarzania słuchowego, jak też zintegrowany (rozszerzony) neuronalny model uczenia się sekwencji ruchowych. Ponadto pojawiły się „modelowe” szkice przebiegów czasowych zmian aktywności mózgu pod wpływem treningu. Czytelnik dokładnie wie, w jakim celu zostały one wprowadzone, np. są one punktem wyjścia dla hipotez badawczych, a następnie nie jest zawiedziony kiedy dochodzi do stosownych odniesień w trakcie dyskusji. Najbardziej informatywne było zwięźcające dyskusję odwołanie do owych modelowych, szkicowych przebiegów czasowych w kontekście odnotowanych faktycznie zmian w aktywności mózgowi badanych w projekcie pianistów nowicjuszy w różnych punktach czasowych treningu.
- 2) Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej? Choć zaprezentowane w tej dysertacji nowatorskie wyniki oraz ich interpretacje nie byłyby możliwe bez współpracy na etapie „doboru metodyki oraz wdrażania konkretnych protokołów” z liczną grupą specjalistów (najzwyczajniej, nie sposób się na tym wszystkim znać, a przynajmniej znać na tyle, by w ograniczonym ustawowo i warunkami zewnętrznymi czasie zrealizować znakomity projekt Doktorski), to nie mam żadnych wątpliwości, że Kandydatka takie umiejętności posiadała i je z sukcesem zademonstrowała. Już sama umiejętność skoordynowania prac licznej grupy osób, w tym zrekrutowanie i utrzymanie tak licznej próbki osób badanych, zasługuje na wielkie uznanie.

- 3) Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego? Niewątpliwie tak jest. Mamy tu do czynienia z jednym z pierwszych na świecie projektów tego typu, tj. podłużnego badania plastyczności mózgu w trakcie beznutowej nauki gry na pianinie przez osoby dorosłe, faktycznego testowania nabytych umiejętności w skanerze fMRI, poprzedzonych stosownymi testami kontrolnymi i podwójnym odniesieniem, zarówno do niemuzyków, jak też i do profesjonalistów. Po części odpowiedź na to pytanie została zawarta także w punkcie pierwszym.

PODSUMOWANIE I KONKLUZJA

Moja ocena końcowa tej pracy jest zdecydowanie/bardzo pozytywna. Kandydatka zbadała w niej próbki osób z trzech populacji: tych które zaczęły się uczyć gry na pianinie, grupy kontrolnej nie-muzyków oraz profesjonalnych muzyków. Wpływ takiego treningu jest badany zarówno od strony zmian neuroplastycznych w mózgu, jak też reakcji behawioralnych. Praca ta – poprzedzona niezwykle wnikliwym Wprowadzeniem dotyczącym m.in. modeli neuroplastyczności oraz wcześniej zbadanych efektów w tej dziedzinie, a zamknięta na podstawie uzyskanych wyników sugestiami co do falsyfikacji niektórych z omówionych modeli zmian czasowych w funkcjonowaniu mózgu pod wpływem treningu muzycznego – spełnia stosowne warunki określone w przepisach Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, a dokładniej w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). Tym samym, jednoznacznie **rekomenduję dopuszczenie mgr Alicji M. Olszewskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.**

Jednocześnie wnioskuję o wyróżnienie dysertacji, gdyż jest unikatowa pod kilkoma względami, wyartykułowanymi wcześniej w recenzji.

dr hab. Halszka Kontrymowicz-Ogińska, prof. UJ
Zakład Neurokognitywistyki i Neuroergonomii
Instytut Psychologii Stosowanej
Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Kraków, 31.10.2024

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Alicji M. Olszewskiej, pt.:

**”Piano training as a model for studying
the dynamics of experience-dependent neuroplasticity”**

Promotor: Prof. dr hab. Artur Marchewka
Promotor pomocniczy: Dr hab. Aleksandra M. Herman

Aspekty formalne pracy

Rozprawa doktorska pani mgr inż. Alicji Olszewskiej ma formę pracy pisemnej – monografii naukowej o objętości 120 stron (wraz z bibliografią). Zawiera krótki rozdział wstępny dotyczący neuroplastyczności oraz relację z trzech powiązanych ze sobą merytorycznie eksperymentów z zastosowaniem techniki funkcjonalnego rezonansu magnetycznego, składających się na projekt badawczy prowadzony w Pracowni Obrazowania Mózgu Instytutu Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego PAN. Projekt objęty był finansowaniem Narodowego Centrum Nauki (grant 2018/30/E/HS6/00206).

Na podstawie opisu procedur badawczych oraz spisu publikacji Autorki można wnioskować, że projekt był przedsięwzięciem zespołowym, a Autorka pełniła w tym zespole rolę pomysłodawcy, wykonawcy i autora publikacji. W artykułach, które ukazały się w ostatnich latach w czasopismach międzynarodowych (stosunkowo wysoko notowanych), a powiązanych z pracą badawczą mgr Alicji Olszewskiej, jest ona pierwszą autorką, a jej rola (deklarowana w notkach ”Author contributions”) w konceptualizacji i konstrukcji badań, analizie danych, wizualizacjach i przygotowaniu maszynopisów nie pozostawia wątpliwości co do samodzielności badawczej i kompetencji.

Aspekty merytoryczne pracy

(zgodnie ze wskazówkami dot. oceny zawartymi w umowie o recenzję)

1) Ocena układu rozprawy

Rozprawa przyjęła klasyczny układ treści – od wprowadzenia obejmującego przegląd literatury dotyczącej rodzajów i mechanizmów neuroplastyczności, przez zidentyfikowanie luk w wiedzy i nierozwiązanych problemów badawczych, zdefiniowanie celów badań

własnych i procedur umożliwiających weryfikację postawionych trzech głównych hipotez, po szczegółowy opis wyników (w podziale na trzy części/rozdziały poświęcone odrębnym badaniom) i dyskusję wyników.

2) Ocena piśmiennictwa

Piśmiennictwo obejmuje 181 pozycji, zarówno 'klasyki gatunku', jak i najnowszych relacji z badań eksperymentalnych/laboratoryjnych (28 % cytowanych prac pochodzi z ostatnich pięciu lat, tj. 2020-2024). Autorka dokonała skrupulatnego przeglądu literatury dotyczącej obserwacji neuronalnych aspektów nauki gry na instrumentach (nie tylko na pianinie). Bibliografia obejmuje publikacje z wszystkich ważniejszych ośrodków badawczych zajmujących się neuronalnymi aspektami percepcji i reprodukcji muzyki (przede wszystkim uniwersytet McGill(a) w Montrealu, ale i uczelnie w Zurichu, Genewie, Tokio, Kopenhadze, Hanowerze, Heidelbergu i Jenie).

Autorka dość krytycznie podchodzi do cytowanych prac, analizując ograniczenia związane z procedurami badawczymi i wyciąga wnioski dla konstrukcji własnego planu badawczego.

3) Ocena celu pracy

Głównym, ogólnym celem projektu badawczego było śledzenie zmian w aktywności mózgu u początkujących pianistów, czyli funkcjonalnej reorganizacji mózgu/neuroplastyczności.

Z literatury wiadomo, że reorganizacja aktywności mózgu podczas gry na instrumencie była badana tylko w bardzo krótkich ramach czasowych pojedynczej sesji fMRI, dłuższych badań nie prowadzono. W tym przypadku obserwacja obejmowała półroczny okres nauki. Zastosowano zarówno podejście przekrojowe jak i podłużne (kilkakrotne badanie, w sumie siedem sesji) w celu oceny adaptacji sieci słuchowej, motorycznej, oraz integracji słuchowo-motorycznej.

Szczegółowe cele badawcze obejmowały, w trzech częściach projektu, zróżnicowane zagadnienia:

Bad.1) Ta analiza dotyczyła percepcji muzyki – celem badania było obserwowanie zmian w przetwarzaniu bodźców muzycznych, przy założeniu, że system słuchowy, mający kluczowe znaczenie dla muzyki jest jednym z tych, które są najsilniej modyfikowane przez trening muzyczny. Punktem odniesienia w badaniach longitudinalnych była pasywna grupa kontrolna.

Bad. 2) W tym przypadku uwaga skoncentrowana była na adaptacjach w obrębie układu motorycznego oraz interakcjach słuchowo-ruchowych w grupie początkujących pianistów. Założeniem było, że da się zaobserwować zmiany związane z treningiem w aktywności grzbietowej drogi słuchowej i że zmiany te nie będą postępowały po ukończeniu cyklu nauki.

Bad. 3) To badanie łączy podejście przekrojowe i podłużne, porównując nowicjuszy w grze na pianinie przed i po cyklu nauczania, z wykwalifikowanymi muzykami. Założeniem było, że trening powinien wpływać nie tylko na funkcje słuchowe i motoryczne osobno, ale także na ich interakcje, ponieważ są one ściśle ze sobą powiązane podczas gry na instrumencie.

Wiemy, że 'muzyczny mózg' jest prawdopodobnie efektem zarówno naturalnej neuroróżnorodności, jak i doświadczenia/praktyki treningowej, w różnych i nie do końca

poznanych proporcjach (por. Barrett i in., 2013). Tylko badanie longitudinalne o odpowiednio długim czasie trwania może przynieść odpowiedź na pytanie o cechy funkcjonalne i strukturalne mózgow osób uprawiających (profesjonalnie) muzykę w porównaniu z amatorami/osobami nie muzykującymi (i wyjaśnić czy różnice te są 'przyczyną' czy skutkiem treningu).

4) Ocena metod badawczych

Warunkiem przeprowadzenia badań etapu 2. było skonstruowanie klawiatury nadającej się do użycia w skanerze MRI, a więc nie zawierającej żadnych elementów metalowych i pracującej bez zakłóceń w silnym polu magnetycznym. To się udało dzięki współpracy z firmą SMIT-lab, a zespół badaczy przeprowadził szereg testów udowadniających efektywność działania całego zestawu. Pewnym novum jest użycie klawiatury o rozmiarach umożliwiających grę dwoma rękami, co daje możliwość obserwacji nauki bardziej zbliżonej do realnych warunków niż ćwiczenie tylko jednej (prawej) dłoni. Z punktu widzenia osób badanych pewnym utrudnieniem oprócz gry na leżąco, może się wydawać brak kontroli wzrokowej klawiatury. Wprowadzie klawisze 'startowe' były zaznaczone przy użyciu specjalnych naklejek, ale jednak gra 'na ślepo' w skanerze zasadniczo różni się od warunków treningowych i wymaga prawdopodobnie innego 'oprzyrządowania' w kategoriach sieci neuronalnych. Czy mogło to wpłynąć na wyniki eksperymentu? Nie wiem.

Niemniej, zgodnie z literaturą, jest to pierwsze badanie obejmujące złożone, polifoniczne bodźce odtwarzane obiema rękami w środowisku MRI. Wypełnia ono zarazem lukę w literaturze, jako że dotychczasowe badania koncentrowały się głównie na zadaniach słuchowych.

Autorka prezentuje krytyczne podejście do procedur, począwszy od bardzo starannego doboru grup badanych, przez przemyślany plan badawczy, po bardzo dokładny opis. Aby uniknąć interferencji między plastycznością rozwojową, procesami starzenia i plastycznością indukowaną treningiem, projekt koncentruje się na populacji młodych dorosłych. To jednak jest pewną pułapką - zakres wieku uczestniczek badań jest dość wąski, zatem wyników nie należy zbyt pochopnie uogólniać ani porównywać z wynikami badań nad dziećmi lub osobami starszymi, gdyż niewykluczone są interakcje wspomnianych procesów rozwojowych/starzenia z neuroplastycznością indukowaną treningiem.

Opis procedur preprocessingu i analizy wyników obrazowania mózgu metodą fMRI jest bardzo dokładny, kompletny i przekonujący, aczkolwiek muszę zastrzec, że nie dysponuję wystarczającym doświadczeniem w tej materii, aby orzec czy rzeczywiście autorzy analizy zdołali ustrzec się wszystkich pułapek, które na drodze tych analiz można napotkać.

5) Ocena omówienia wyników i ich praktycznego zastosowania

Bad. 1)

Nie zaobserwowano związku między treningiem fortepianowym a poprawą tonalnej pamięci roboczej u uczniów, co można interpretować jako brak transferu z treningu muzycznego do domeny poznawczej związanej z przetwarzaniem słuchowym.

Ponadto, nie znaleziono dowodów na adaptacje w przetwarzaniu słuchowym – u początkujących pianistów nie zaobserwowano żadnych związanych z treningiem różnic w neuronalnych korelatach przetwarzania słuchowego bodźców muzycznych.

A trzeba dodać, że relacjonowane badanie lepiej odzwierciedla przetwarzanie słuchowe muzyki w porównaniu z poprzednimi, które bazowały na wyćwiczonych melodiach. Zatem rozbieżności w wynikach mogą być związane ze znajomością i istotnością bodźców stosowanych w poprzednich badaniach, w porównaniu z bardziej ‘ogólnymi’ dźwiękami używanymi w opisywanym projekcie.

Bad. 2)

W tym badaniu śledzono zmiany w aktywacji mózgu u początkujących pianistów wykonujących zadania słuchowo-ruchowe (ćwiczenie ‘pasaży’ i gra wyuczonych melodi) na instrumencie kompatybilnym z MRI. W przeciwieństwie do opisywanych w literaturze badań nad treningiem motorycznym, ten model eksperymentalny zbliżony był do prawdziwej nauki, w trakcie której stopniowo zwiększa się poziom trudności ćwiczeń – to pewna nowość.

Oba zadania (granie pasaży i ćwiczonych utworów) aktywowały u początkujących pianistów te same obszary mózgu zaangażowane w grę na instrumencie muzycznym, które zostały zweryfikowane u wyszkolonych muzyków (co też potwierdza, że dobrane zadania są odpowiednie do badania zmian związanych z treningiem).

Analiza aktywacji struktur mózgowych podczas odtwarzania wyuczonych melodii ujawniła spore zmiany związane z treningiem w wielu sieciach mózgowych, w tym w regionach zaangażowanych w planowanie motoryczne, przetwarzanie składni muzycznej i monitorowanie błędów, wykorzystywanie pamięci oraz integrację słuchowo-ruchową – w przypadku wszystkich regionów aktywacja malała z upływem czasu.

Obserwacje zmian zachodzących zwłaszcza w późniejszych stadiach nauki potwierdzają sens badań longitudinalnych.

Bad. 3)

Porównanie początkujących pianistów z grupą wyszkolonych muzyków przeprowadzono przed i po ukończeniu kursu nauki gry na fortepianie przez nowicjuszy – obejmowało ono zadanie dotyczące tonalnej pamięci roboczej i granie ‘pasaży’. Stwierdzono duże różnice w zadaniu pamięciowym w obu punktach czasowych – muzycy znacznie przewyższali nowicjuszy.

Natomiast różnice w aktywacji mózgowej podczas najbardziej wymagającego ćwiczenia na pianinie (asymetryczne, bimanualne) zniknęły po dwudziestu sześciu tygodniach treningu – aktywacja korowa mózgu u początkujących pianistów zrównała się z aktywacją u wyszkolonych pianistów.

W literaturze można znaleźć dowody na polepszone przetwarzanie słuchowe wskutek treningu muzycznego, ale pochodzą one z badań przekrojowych i korelacyjnych; relacjonowane badanie nie wykazało żadnych zmian w ujęciu longitudinalnym. Możliwe jest, że te różnice w aktywacji mózgu i tonalnej pamięci roboczej obserwowane między muzykami i nie-muzykami są powodowane predyspozycjami, a nie plastycznością, lub interakcją między oboma zjawiskami. Możliwe jest też, że grupa początkujących pianistów była jednak zbyt zaawansowana wiekiem, aby trening muzyczny mógł wywołać adaptacje obserwowane w młodszych populacjach.

Pomysłowy i starannie pod względem metodologicznym przeprowadzony eksperyment nie przyniósł jasnego wzorca wyników. Wyniki te są jednak, co trzeba podkreślić, bardzo dobrze i wnikliwie przeanalizowane. Badania dostarczyły dowodów na rolę treningu w różnicach obserwowanych między muzykami i nie-muzykami w domenie motorycznej, ale nie słuchowej. Można zatem wnioskować, że nie ma uzasadnienia dla interwencji bazujących na muzyce w celu poprawy przetwarzania słuchowego lub funkcji poznawczych.

6) Ogólne uwagi recenzenckie – nasuwające się pytania

Niewielu badaczy podejmuje się organizacji badań longitudinalnych, z racji trudności w rekrutacji uczestników, większego niż zwykle ryzyka ich utraty (z powodów osobistych i/lub losowych), koniecznej dyscypliny organizacyjnej i dbania o wystandardyzowane parametry techniczne badań. Stąd też przeprowadzenie całego opisanego w pracy cyklu badań zasługuje na najwyższe uznanie.

Niemniej, pozwalam sobie wypunktować pewne niedopowiedzenia, które, choć nie są wadami z punktu widzenia rzetelności procedur badawczych, pozostawiają pewien niedosyt informacyjny u czytelnika.

- Brak szczegółowej informacji o warunkach i przebiegu badań, np. pora dnia (stała czy różna, odpowiadająca rytmice dobowej czy nie?), stan wyspania (sen wspomaga pamięć motoryczną), ogólne samopoczucie osób badanych, być może również dane o regularności ćwiczeń domowych?

- Jakkolwiek decyzja o samodzielnych ćwiczeniach domowych była jedyną słuszną, można się zastanawiać czy pożądane byłoby ściślejsze monitorowanie używania instrumentu w domu (i, jeśli tak, to jaką metodą?)

- Nie jest jasne jak długie fragmenty utworów były wykonywane – menuet ma ok. 4,5 min; walc z filmu *Amelia* 3 min, fragmenty kilku tradycyjnych piosenek 'ludowych' były prawdopodobnie krótsze.

- Dlaczego w drugiej części treningu, po 13 tygodniu nie zaplanowano sesji skanowania?

- Pojawia się też pytanie o nagradzające cechy ćwiczonych utworów. Istnieją przesłanki, że bodźce nagradzające są lepiej przyswajane niż te bez nagrody. Prawdopodobne jest zatem, że wysoce nagradzający charakter wykonywania określonego typu muzyki promuje uczenie się i w pewien sposób stymuluje plastyczność mózgu (patrz: Penhune, 2019).

I wreszcie - specyfika odbioru emocjonalnego muzyki, w wielu aspektach: rytm, melodia, harmonia, znajomość, regularność, zaskoczenie, wzruszenie, identyfikacja z utworem, wspomnienia – prosi się o analizę aktywacji struktur układu limbicznego/układu nagrody. Zakładając związek pętli emocjonalnej z poznawczo-pamięciową, można spodziewać się wpływu indywidualnego nastroju/emocji na postępy w nauce. Emocje mogą wszystko skomplikować, ale też wiele wyjaśnić.

7) Szczegółowe uwagi recenzenckie dotyczące wątpliwości i zauważonych niedoskonałości pracy (drobne błędy, niedokładne sformułowania):

Abstract: „Due to a lack **significant of effects** in time...” – szyk

str. 8: “... to investigate **training-related changes associated with musical training**” – styl

str. 13: "...most of studies on training-related neuroplasticity in music are limited **two** a before-after design"

str. 19: "H2.2 (...) The order of the engaged structures resembles the integrated model or motor sequence learning". – nie jest jasne co w tym kontekście oznacza 'order'?

str. 19: "H3.3 Before training, the difference between the asymmetric and symmetric conditions is greater in novice pianists than trained musicians. After training, the increased task demands in the asymmetric condition are **the same for both groups.**" – niejasne sformułowanie

str. 30: "Novices completed the Musical Ear Test during a pre-scan session prior to the commencement of their training program (TPonset), while passive controls undertook the assessment at session TPfollow-up (please refer to table 2.5.1. for the timeline)" – nie wyjaśniono skąd taka (zastanawiająca) decyzja.

str. 31: "In the 2-back condition, the final note is identical to the reference note [orange], but not in the **3-nacl** condition [purple]."

str. 34: Piano key pressing fMRI task – jakie było zadane tempo?

str. 42: "The music>silence contrast from the two scans before training (...) were analysed for increas**ed** and/or decreas**es** in brain activation..."

str. 60-68: co oznaczają symbole * na rysunkach? – prawdopodobnie istotność statystyczną różnic aktywacji wyrażonych w 'contrast value' – wyjaśnienie powinno być zawarte w opisie rysunków.

Pomimo tych drobnych (a w niektórych przypadkach wręcz niegodnych wzmianki) uwag, trzeba przyznać, że rozprawa została przygotowana z dużą dbałością o szczegóły redakcyjne i formalne. Zawiera poprawne przypisy, podpisy tabel i rycin, odwołania do pozycji bibliograficznych, odniesienia do tabel i rycin oraz same tabele. Świadczy to o umiejętnościach Autorki w zakresie przygotowania publikacji naukowych. Ponadto, co nie jest bez znaczenia – praca jest poprawna i elegancka edytorsko, a zatem przyjemna i (stosunkowo) łatwa w odbiorze/czytaniu. Ponadto, bardzo doceniam motta poprzedzające poszczególne rozdziały.

Odnosząc się do art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, przedstawiam poniżej opinię co do spełnienia warunków, jakie stawia się dysertacji.

1) Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydatki?

Tak. W części wstępnej rozprawy Autorka zawarła olbrzymi zakres wiedzy teoretycznej – bardzo ciekawy, kompletny i skondensowany przegląd literatury, poczuwszy od rozważań 'klasycznych' autorów po najnowsze wyniki badań z interesującego nas zakresu. W sposób kompetentny i systematyczny przedstawia dotychczasową literaturę poświęconą następującym zagadnieniom.

- neuroplastyczności i jej różnym rodzajom,
- zasadom działania i możliwościom wnioskowania z badań fMRI,
- przetwarzaniu bodźców muzycznych/słuchowych.

Ta część jest bardzo dobrze napisana i świadczy o szerokiej wiedzy teoretycznej kandydatki. Dla mnie osobiście jedyną niedoskonałością jest pominięcie aspektów emocjonalnych muzyki, które są kluczowym powodem, dla którego ludzie w ogóle uprawiają muzykę.

2) Czy rozprawa wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

Tak. Część empiryczna pracy to prezentacja trzech badań splatających się w jeden przemyślany projekt badawczy; kombinacja podejścia przekrojowego i podłużnego. Podstawą tej części jest:

- wypunktowanie słabości/niekompletności dotychczasowych badań, zdefiniowanie luk do uzupełnienia; udowodnienie, że schemat porównań przed-po nie daje pełnego wglądu w dynamikę ewentualnych zmian,
- bardzo precyzyjne sformułowanie hipotez,
- skonstruowanie kompleksowego planu badawczego,
- inaczej niż w doczasowych badaniach bazujących na grze jedną ręką, wprowadzenie zadania *bimanual coordination*,
- trafne spostrzeżenie o konieczności rozważenia nielinearnego przebiegu zmian adaptacyjnych układu nerwowego w trakcie nauki gry na instrumencie.

Wymienione elementy podejścia badawczego wskazują na wysokie umiejętności Kandydatki w zakresie pracy badawczej/naukowej.

3) Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego?

Tak (przynajmniej po części). Najciekawszym wynikiem badań Kandydatki (i jej współpracowników) jest stwierdzenie dynamicznego przebiegu procesów neuroplastyczności związanych z doskonaleniem gry na pianinie. Postulowany nielinearny przebieg tej adaptacji wydaje się uzasadniony. Analiza post hoc ujawniła specyficzne przebiegi czasowe dla niezależnych obszarów słuchowych i motorycznych będących przedmiotem zainteresowania.

W miarę postępów w nauce, u początkujących pianistów, aktywacja regionów mózgu zaangażowanych w procesy pamięciowe, integrację słuchowo-ruchową i przetwarzanie składni muzycznej stopniowo malała. Sugeruje to, że trening muzyczny jest procesem optymalizacji, w którym sieci poznawcze wyższego rzędu (jak też regiony integracyjne i zwoje podstawy) są aktywowane silniej na początku, a wraz ze wzrostem biegłości w grze uczniów aktywność ta maleje. Trening może wpływać na różne regiony mózgu na różne sposoby, co należy traktować jako dowód na rzecz dynamicznej natury plastyczności mózgu.

Co ciekawe, znane są inne badania podłużne dotyczące treningu pianistycznego podczas pojedynczej sesji fMRI (np. Chen, Rae, Watkins, 2012), które również wykazały spadek aktywacji mózgu w obszarach ciemieniowych, przedruchowych i słuchowych podczas późniejszej fazy treningu w porównaniu do fazy wczesnej.

Na uznanie zasługuje dobra, krytyczna dyskusja (częściowo zaskakujących) wyników. Model, który najlepiej wyjaśnia zaobserwowane zmiany to w istocie model uczenia się sekwencji motorycznych; nie przewiduje on zaangażowania kory wyspy. Czy zatem to wyspa stanowi o specyfice uczenia się muzyki? Możliwe jest też, że zmiany dotyczące poszczególnych procesów są zbyt specyficzne, aby można je było ująć w jednym modelu, obejmującym cały mózg.

Omawiana rozprawa doktorska została przygotowana, jak już wspomniano, bardzo starannie, przebieg analiz został zreferowany w sposób uporządkowany i klarowny, całość napisana zrozumiałym językiem naukowym. Autorka wykazała się znajomością aktualnej światowej literatury na interesujący ją (i nas) temat, umiejętnie zidentyfikowała problem badawczy, poprawnie sformułowała i uzasadniła hipotezy badawcze. W dyskusji uzyskanych wyników Autorka konfrontuje je z danymi literaturowymi i interpretuje w szerszym kontekście teoretycznym i empirycznym. Dyskusja zawiera informacje na temat ograniczeń w zakresie metodologicznym i proceduralnym projektów badawczych oraz refleksję nad potencjalnym ich wpływem na jakość oraz możliwość generalizowania wyników. Ogólna ocena pracy jest zatem pozytywna.

Podsumowanie

Podsumowując, przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pani Alicji Olszewskiej jest dowodem, że Autorka dysponuje szeroką wiedzą teoretyczną z zakresu neuropsychologii, wykazuje umiejętność stawiania pytań i rozwiązywania nowych problemów badawczych, biegłość warsztatową w prowadzeniu badań i krytyczny sposób myślenia naukowego.

Stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023r. poz. 742 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Biologii Doświadczalnej o dopuszczenie mgr inż. Alicji Olszewskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.



prof. dr hab. Michał Harciarek
Wydziału Nauk Społecznych
Instytut Psychologii
Zakład Neuropsychologii

Gdańsk, 20.12.2024 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Alicji M. Olszewskiej
„Piano training as a model for studying the dynamics of experience-dependent
neuroplasticity“

Promotor: prof. dr hab. Artur Marchewka

Promotorka pomocnicza: dr Aleksandra M. Herman

Prowadzone w ostatnich dekadach badania z zakresu neuropsychologii klinicznej i neuronauki poznawczej w istotny sposób pozwalają lepiej zrozumieć mechanizmy plastyczności mózgu. Przykładów można mnożyć, poczynając od udokumentowanych obserwacji neurorehabilitacji pacjentów po udarze, na pracach ukazujących, co się dzieje w mózgach osób głuchych i niewidomych. Z badań z użyciem neuroobrazowania prowadzonych między innymi przez naukowców z Polski wiemy na przykład, że u osób niewidomych kora potyliczna (tzw. kora wzrokowa) uczestniczy w procesie czytania za pomocą zmysłu dotyku (czytanie brajlem), bądź też angażuje się w nowe, niezwiązane typowo z modalnością wzrokową funkcje (np. język, pamięć). Co ważne, część dowodów potwierdzających plastyczność mózgu pochodzi z także prac, w których oceniano wpływ negatywnych

czynników środowiskowych (np. poziom zanieczyszczeń) na rozwój ośrodkowego układu nerwowego. W efekcie, nikt już dziś nie ma wątpliwości, że zjawisko neuroplastyczności faktycznie istnieje, a nasze codzienne działania i środowisko mają istotne, choć nie zawsze tylko pozytywne znaczenie dla rozwoju i funkcjonowania naszego mózgu.

Potwierdzeniem zjawiska neuroplastyczności są między innymi rezultaty prac, w których autorzy starali się ustalić, czy nauka gry na instrumencie faktycznie ma istotny wpływ na zmiany aktywności mózgu, np. wskutek adaptacji słuchowej sieci neuronalnej. Jednak mimo obiecujących wyników, znaczna część uzyskanych danych pozostaje trudna do jednoznacznej interpretacji, głównie z powodu różnorodnych ograniczeń metodologicznych. Przykładem takich ograniczeń jest między innymi przekrojowy charakter wielu badań, niewielka liczebność próby, brak odpowiedniej grupy odniesienia, ograniczona kontrola zmiennych pośredniczących (np. intensywność ćwiczeń gry na instrumencie), bądź też zbyt krótki okres obserwacji. W efekcie, brak jednoznacznych konkluzji na temat wpływu nauki gry na instrumencie na ewentualną reorganizację funkcjonalną mózgu sprawił, że zagadnienie to stało się przedmiotem badań mgr Alicji M. Olszewskiej.

W ocenianej rozprawie doktorskiej, mgr Alicja M. Olszewska, łącząc podejście poprzeczne z longitudinalnym, postanowiła ocenić, jak trwająca 26 tygodni nauka gry na pianinie przyczynia się do zmian aktywności mózgu młodych dorosłych. W serii niezależnych eksperymentów Doktorantka wykazała, że nauka gry na pianinie prowadzi przede wszystkim do reorganizacji funkcjonalnej sieci motorycznej, jak również ma wpływ na pracę obszarów zaangażowanych w integrację słuchowo-ruchową. Poniżej przedstawiam swoje uwagi na temat

formalnej strony rozprawy mgr Alicji Olszewskiej, jak również zamieszczam ocenę merytoryczną tejże dysertacji.

Ocena strony formalnej pracy (m.in. układu pracy, strony graficznej)

Rozprawa doktorska mgr Alicji Olszewskiej, napisana w języku angielskim, liczy łącznie 120 stron. Dysertację cechuje klasyczny układ pracy, rozpoczynający się od streszczenia (również w języku polskim), przez optymalnie nakreślone wprowadzenie do problematyki badań własnych, które kończy jasno sformułowany cel projektu i związane z nim hipotezy. W kolejnym (drugim) rozdziale rozprawy Autorka charakteryzuje uczestników projektu i opisuje metodologię badań własnych, poświęcając szczególnie dużo uwagi specyfice kursu gry na pianinie oraz infrastrukturze badawczej (np. zastosowaniu klawiatury pianina w skanerze rezonansu magnetycznego, co pozwoliło na rejestrację zmian aktywności mózgu podczas sekwencyjnego wciskania klawiszy w warunkach narastających wymagań koordynacji oburęcznej). Rozdział ten zawiera także opis samych eksperymentów, wraz z uzasadnieniem ich specyfiki w kontekście testowanych przez Doktorantkę hipotez. Bardzo pomocne są w tej części pracy także liczne tabele i ryciny, które doskonale obrazują schemat badań (wręcz idealnie uzupełniając ich beletrystyczny opis zamieszczony na stronach 21-39). W efekcie takiej właśnie organizacji/struktury rozdziału drugiego (poświęconego metodologii badań), czytelnik nie ma żadnych problemów ze zrozumieniem planu badawczego, procedury zbierania danych oraz kolejności i rodzaju przeprowadzonych analiz. Rozdział czwarty obejmuje natomiast prezentację wyników analiz, którą Doktorantka uporządkowała w kolejności przedstawionych w rozdziale 1.6 pytań i hipotez badawczych. Oprócz opisu, uzyskane wyniki zaprezentowano także w formie graficznej i/lub

przeprowadzone analizy zamieszczono w tabelach; uznają to (analogicznie do rozdziału drugiego) za cenne i ważne uzupełnienie ułatwiające lekturę dysertacji. Dodatkowo, każdą część prezentowanych wyników wieńczy krótkie podsumowanie i dyskusja, co w istotny sposób porządkuje prezentowane treści. Czwarty rozdział to natomiast ogólna dyskusja poświęcona interpretacji wyników całości pracy. W tej części rozprawy Doktorantka dodatkowo (w osobnym podrozdziale) skomentowała kwestię złożonej zależności między treningiem gry na instrumencie a przetwarzaniem słuchowym, a także omówiła uzyskane rezultaty w świetle wybranych aspektów metodologicznych (np. czas trwania treningu) oraz możliwe implikacje praktyczne. Całość dysertacji wieńczy rozdział piąty i szósty obejmujący kolejno ograniczenia badań własnych oraz konkluzje. Na końcu mgr Alicja Olszewska zamieściła również dodatkowe tabele, spis cytowanej literatury oraz listę swoich publikacji naukowych.

Choć całość rozprawy czyta się wręcz wyśmienicie (nie tylko dzięki poprawności językowej, ale także – a może właśnie przede wszystkim - dzięki samemu układowi pracy, trochę niejasny pozostaje dla mnie powód zamieszczenia niektórych informacji dotyczących metodologii badań własnych w teoretycznej części rozprawy (por. str. 15). Przykładowo, zawarta w rozdziale 1.5. informacja na temat dodatkowego punktu pomiaru (pierwszy pomiar aktywności mózgu wykonano tydzień przed rozpoczęciem procedury treningowej) nie powinna stanowić części wprowadzenia teoretycznego. Dyskusyjne może także wydawać się przedstawienie celów i hipotez badań własnych w rozdziale 1.6; czy faktycznie cele i hipotezy powinny stanowić integralną część rozdziału wprowadzającego do problematyki badań własnych, nie zaś niejako „rozpocząć” empiryczną część rozprawy?

Niezależnie jednak od powyższych uwag (które mają przede wszystkim charakter polemiczny), stroną formalną pracy oceniam zdecydowanie pozytywnie.

Ocena merytoryczna pracy

Jak już wspomniano, nadrzędnym celem rozprawy doktorskiej mgr Alicji Olszewskiej była ocena ewentualnych zmian aktywności mózgu w następstwie rozpoczętego i trwającego 26 tygodni kursu nauki gry na pianinie. Zanim przejdę do szczegółowej oceny, już w tym miejscu recenzji chciałbym zaznaczyć, że jestem pod dużym i bardzo pozytywnym wrażeniem przeprowadzonych przez Doktorantkę badań, głównie ze względu na ich metodologię, która pozwoliła na sformułowanie przez mgr Alicję Olszewską dość jednoznacznych konkluzji.

W celu udzielenia możliwie najbardziej rzetelnej odpowiedzi na sformułowane pytania i hipotezy badawcze, mgr Alicja Olszewska przeprowadziła serię trzech badań stanowiących nie tylko spójną, ale i kompletną całość. W swoich pomysłowych, dobrze przemyślanych eksperymentach Doktorantka z sukcesem połączyła podejście poprzeczne z podłużnym, co pozwoliło w zdecydowanie szerszym świetle uchwycić i zrozumieć mechanizmy neuroplastyczności związane z nauką gry na instrumencie. Przykładowo, w badaniu pierwszym (mającym charakter badań porównawczych), mgr Alicja Olszewska wykazała, że trening nauki gry na pianinie nie wpływa istotnie na neuronalne podstawy słuchania muzyki, ani też na funkcjonowanie pamięci tonalnej. Wynik ten, choć częściowo zaskakujący, stanowi ważny punkt wyjścia do kolejnych analiz, których celem (badanie drugie) było zrozumienie adaptacji związanych z treningiem muzycznym w obrębie układu motorycznego i interakcji słuchowo-ruchowych u osób uczących się gry na pianinie. Pierwszy eksperyment składający się na to badanie (polegający na sekwencyjnym

wciskaniu klawiszy pianina w warunkach narastającej trudności związanej z oburęczną koordynacją) wykazał, że zmiany aktywności sieci motorycznej (korowo-mózdkowej) i obszarów integracji słuchowo-ruchowej są złożone i cechują się dużą dynamiką, zależną od etapu treningu i wymagań zadania. Dla porównania, eksperyment drugi (gra na pianinie w naturalny sposób, tj. bez uwzględnienia trzech warunków trudności) wykazał spadek aktywności motorycznych (korowo-mózdkowej i korowo-prążkowiowej), jak również istotne obniżenie aktywności obszarów odpowiedzialnych za integrację słuchowo-korową. Wyniki te potwierdzają tym samym rezultaty badań analizujących uczenie się sekwencji ruchowych, gdzie zaobserwowano optymalizację sekwencji motorycznych. Wyniki uzyskane w obu eksperymentach Doktorantki uznają za ważne (nie tylko teoretycznie, ale także z aplikacyjnego punktu widzenia). Dokumentują one bowiem, że nauka gry na pianinie wiąże się z dynamiką zmian aktywności mózgu, których specyfika polega na zmniejszającym się zaangażowaniu obszarów odpowiedzialnych za uwagę przestrzenną na rzecz automatyzacji ruchu.

W trzecim badaniu, łączącym podejście longitudinalne z analizami przekrojowymi, mgr Alicja Olszewska podjęła się próby porównania aktywności mózgu początkujących pianistów (przed i po trwającym 26 tygodni treningu) z aktywnością mózgu wykwalifikowanych muzyków. Doktorantka wykazała, że trening nauki gry na pianinie zaowocował zmniejszeniem aktywności w obszarach integracji słuchowo-ruchowej, w efekcie czego nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w aktywności mózgu między osobami po ukończonym treningu gry pianinie a wykwalifikowanymi muzykami. Co więcej, przeprowadzone analizy z powtarzaniem pomiaru ujawniły, że, niezależnie od momentu badania (tj. przed vs. po treningu), wykształceni muzycy zawsze osiągalni lepsze wyniki w

zadaniu pamięci tonalnej niż osoby uczestniczące w treningu gry na pianinie. Uzyskane wyniki, w połączeniu z rezultatami pierwszego i drugiego badania, jednoznacznie dokumentują zasadność wysuniętych przez Doktorantkę wniosków, że nauka gry na pianinie prowadzi przede wszystkim do funkcjonalnej reorganizacji sieci motorycznej i obszarów integracji słuchowo-ruchowej. Dodatkowo, w świetle uzyskanych wyników zasadną jest również konkluzja Doktorantki, że wpływ nauki gry na instrumencie na przetwarzanie słuchowe (przetwarzanie dźwięków) jest najpewniej nieistotny (lub przynajmniej dużo bardziej ograniczony).

Podsumowując, przedstawioną mi do recenzji rozprawę doktorską mgr Alicji Olszewskiej oceniam zdecydowanie pozytywnie. Moja ocena wynika między innymi z wagi podjętego tematu, przyjętej metodologii (kontrola szeregu zmiennych, wybór metod pomiaru), eksperymentalnego charakteru projektu, adekwatnych (względem postawionych hipotez) analiz statystycznych, czy umiejętności formułowania uprawnionych wniosków wynikających z uzyskanych rezultatów analiz. W efekcie, swoją dysertacją Doktorantka dowiodła, że posiada ona obszerną wiedzę z zakresu psychologii i szeroko rozumianej neuronauki poznawczej, jak również metodologii i statystyki. Tym samym nie mam wątpliwości, że mgr Alicja Olszewska spełnia ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora.

Poniżej pozwolę sobie jednak wspomnieć o kilku kwestiach, które – mimo wnikliwej lektury – pozostają dla mnie niejasne/ niedoprecyzowane. Po pierwsze, mając na uwadze wyszczególnione na stronie 20 kryteria włączenia osób do badań, w pracy zabrakło mi informacji na temat oceny dominacji prawej ręki i ewentualnej liczby osób ze skrzyżowaną lateralizacją. W jaki sposób zdaniem Doktorantki uczestnictwo w badaniu osób ze skrzyżowaną lateralizacją mogłoby wpłynąć na uzyskane wyniki (zwłaszcza w zadaniach uwzględniających grę oburącz).

Po drugie, choć bardzo doceniam i zgadzam się z wyszczególnionymi na stronie 95 ograniczeniami badań (np. wynikającymi z dość wąskiej grupy wiekowej osób uczestniczących w projekcie), Doktorantka nie odniosła się tu do kwestii, jaką jest udział jedynie osób identyfikujących się jako kobiety. Czy w grupie badanych były osoby transpłciowe? W jaki sposób płęć mogłaby zdaniem Doktorantki modyfikować uzyskane efekty? Dodatkowo, choć mgr Alicja Olszewska jednoznacznie dowodzi, że poczyniła wszelkie starania, aby minimalizować wśród badanych lęk związany ze specyfiką eksperymentów z wykorzystaniem skanera rezonansu magnetycznego, nie znalazłem informacji na temat oceny poziomu lęku czy nasilenia objawów depresji u osób przystępujących do projektu. Rozumiem, że w projekcie uczestniczyły jedynie kobiety bez zaburzeń psychologicznych i problemów psychiatrycznych, ale czy ów poziom lęku był przez Doktorantkę jakkolwiek oceniany (poza przyjęciem deklaracji osoby badanej)? Jeśli takiego pomiaru dokonano, czy istniała zależność między procesami adaptacji związanymi z treningiem muzycznym a wyjściowym poziomem lęku? Na koniec, czy istniał jakiś konkretny powód, dlaczego Doktorantka nie zdecydowała się na eksperyment z uwzględnieniem warunku, gdzie osoba badana grałaby jedynie lewą ręką?

Chciałbym w tym miejscu raz jeszcze podkreślić, że stronę merytoryczną rozprawy mgr Alicji Olszewskiej oceniam zdecydowanie pozytywnie, a przytoczone powyżej pytania/ komentarze w znacznej mierze wynikają z mojej ciekawości poznawczej. Zakładam, że przynajmniej w przypadku niektórych wspomnianych przeze mnie uwag/ pytań mgr Alicja Olszewska posiada odpowiednie dane, które będzie mogła zaprezentować podczas obrony opracowanej przez siebie rozprawy doktorskiej (mam tu na myśli np. sposób oceny ręczności czy metodę pozwalającą na weryfikację założenia, że w projekcie uczestniczyły osoby bez zaburzeń

psychicznych). W pozostałych przypadkach (brak uwzględnienia warunku polegającego na grze lewą ręką czy rekrutacja do badań jedynie osób identyfikujących się jako kobiety), byłbym wdzięczny za komentarz Doktorantki w tym względzie.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Mimo kilku drobnych uwag i niejasności, o których wspominam powyżej, rozprawę mgr Alicji Olszewskiej oceniam zdecydowanie pozytywnie. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania oraz sposób prezentacji uzyskanych wyników jednoznacznie dowodzą, że mgr Alicja M. Olszewska posiada wszelkie kompetencje badawcze (wręcz z nadstatkiem), jakich oczekuje się od kandydatów na stopień naukowy doktora. **Stwierdzam zatem, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 poz. 742 z późn. Zm.).** W związku z tym **wnioskuję o dopuszczenie mgr Alicji Olszewskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora. Jednocześnie, uwzględniając wagę podjętego problemu, przyjętą metodologią (łączy badania porównawcze z paradygmatem badań podłużnych), podejście eksperymentalne do rozwiązania podjętego problemu badawczego, jak również wartość aplikacyjną uzyskanych wyników, wnioskuję o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej.**

