



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Kraków, 28 lutego 2023

dr hab. Magdalena Senderecka, prof. UJ
Instytut Filozofii
Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Recenzja pracy doktorskiej mgr Natalii Jakubowskiej,
pt. *Comparison of psychophysiological and behavioral predictors of training
effects with a complex task in the form of a strategic computer game*

Promotor: dr hab. Aneta Brzezicka, prof. Uniwersytetu SWPS

Promotor pomocniczy: dr inż. Radosław Nielek

Wydział Filozoficzny

Instytut Filozofii

Cechy formalne i wskaźniki ilościowe

Praca doktorska mgr Natalii Jakubowskiej składa się z dwóch artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie *Web of Science* oraz jednego preprintu (w recenzji). Pierwszy artykuł ukazał się w multidyscyplinarnym piśmie *Heliyon* (IF = 3.776), drugi natomiast w neurobiologicznym piśmie *Frontiers in Human Neuroscience* (IF = 3.473). Wszystkie prace mają formę doniesień z badań empirycznych i powstały w ramach realizacji tematycznie spójnego projektu badawczego. Artykuły oraz preprint zostały napisane ze współautorami, przy czym za każdym razem Doktorantka pełni wśród nich rolę pierwszego autora. Procentowy wkład mgr Natalii Jakubowskiej w powstanie każdej z prac mieści się w przedziale 85-87%, a więc jest dominujący. W każdej z trzech prac wkład Doktorantki obejmuje takie aktywności, jak: przegląd literatury; przeprowadzenie badań; opracowanie, analizę, wizualizację i interpretację danych behawioralnych i neurofizjologicznych; przygotowanie manuskryptów i redagowanie kolejnych ich wersji; korespondencję z recenzentami. Wkład Doktorantki nie obejmuje natomiast opracowania koncepcji badania, sformułowania hipotez, przygotowania planu badań oraz doboru metod badawczych. Oba opublikowane artykuły ukazały się relatywnie niedawno, bo w 2021 roku, ale zdążyły już zyskać odzew w środowisku naukowym w postaci pierwszych cytowań. Poza dwoma artykułami i preprintem, w skład rozprawy wchodzi autoreferat, napisany w języku angielskim. Doktorantka w klarowny sposób przedstawia w nim założenia i cele projektu badawczego, przeprowadzone eksperymenty, kluczowe wyniki oraz płynące z nich wnioski. Wszystkie prace, wchodzące w skład rozprawy, zostały napisane poprawnie pod względem językowym, mają jasny przekaz i uporządkowaną strukturę. Rozprawa spełnia zatem pod względem formalnym i ilościowym wymagania ustawowe stawiane pracom doktorskim.

ul. Grodzka 52

31-044 Kraków

tel. +48 (12) 663-17-32

filozofia@uj.edu.pl

<https://filozofia.uj.edu.pl/>

Przedmiot badań, uzyskane wyniki i ich ocena

Rozprawa podejmuje bardzo aktualną tematykę wpływu gier komputerowych na funkcjonowanie poznawcze i wpisuje się w toczącą się obecnie ważną dyskusję na temat skuteczności różnych rodzajów gier jako narzędzi treningowych. Przeprowadzonym badaniom przyświecały trzy jasno sformułowane cele. Pierwszym z nich było określenie, czy trening poznawczy opierający się na strategicznej grze komputerowej czasu rzeczywistego przełoży się na wzrost skuteczności funkcjonowania poznawczego w zakresie funkcji uwagowych i pamięciowych. Drugim celem projektu było sprawdzenie, czy wyniki treningu poznawczego będą zależeć od stopnia złożoności gry. Trzecim celem było zidentyfikowanie wskaźników behawioralnych i neurofizjologicznych, na podstawie których można przewidzieć poziom osiągnięć w strategicznej grze komputerowej.

Badania zostały przeprowadzone w schemacie podłużnym, obejmującym pretest, trening i posttest. Wybór właśnie takiego schematu bez wątpienia zasługuje na uznanie, gdyż przełamuje on ograniczenia badań poprzecznych, realizowanych z udziałem zaawansowanych graczy i osób z grupy kontrolnej. Pod względem organizacyjnym badania podłużne stanowią o wiele większe wyzwanie od badań poprzecznych, zatem warto docenić gotowość Doktorantki do podjęcia takiego trudu.

Kluczową rolę w projekcie odegrały dwie grupy eksperymentalne. Kryteria selekcji osób badanych zostały precyzyjnie określone. Co istotne, wykluczały one doświadczonych graczy, poświęcających na grę więcej niż pięć godzin w tygodniu i zaznajomionych z grami akcji. Taki zabieg wypada uznać za ważny i dobrze przemyślany, gdyż eliminuje on z badań osoby, u których trening mógłby okazać się nieskuteczny ze względu na efekt sufitowy.

Każda z grup eksperymentalnych przeszła trening poznawczy opierający się na strategicznej grze komputerowej czasu rzeczywistego StarCraft II, przy czym jedna z nich rozgrywała mecze w wariancie bardziej złożonym pod względem poznawczym (zmienne środowisko gry) niż druga (stałe środowisko gry). Na docenienie zasługuje zatem taki dobór gry, który pozwolił na zróżnicowanie treningu pod względem dynamiki jego przebiegu i stopnia urozmaicenia, co bardzo trudno uzyskać w przypadku klasycznych laboratoryjnych zadań poznawczych. Dzięki temu cele badania mogły wykroczyć daleko poza zakres pytań stawianych typowo w badaniach opierających się na klasycznym treningu poznawczym.

Do pomiaru funkcji poznawczych w preteście i postteście wykorzystano dwa szeroko stosowane zadania eksperymentalne: zadanie na mrugnięcie uwagowe (ang. *attentional blink task*) oraz zadanie detekcji zmiany (ang. *change detection task*). Co znów warto podkreślić, rejestracją objęto nie tylko reakcje behawioralne, ale także zmiany w aktywności elektrycznej mózgu, towarzyszące wykonaniu zadań. Znacząco rozszerzyło to zakres wskaźników funkcji poznawczych, w których mogły odzwierciedlić się efekty treningu. Co więcej, sygnał EEG przeanalizowano na dwa sposoby – w oparciu o analizę potencjałów związanych ze zdarzeniem oraz analizy częstotliwościowe. Rozmach ten również wart jest docenienia.

Bardzo ciekawym metodologicznie rozwiązaniem było rejestrowanie przebiegu treningów, co w konsekwencji zaowocowało możliwością włączenia do analiz danych telemetrycznych pozyskanych z gier. W szeregu przeprowadzonych analiz regresji dane te pełniły bądź to rolę predyktora dla poprawy (lub pogorszenia się) funkcji poznawczych między pretestem i posttestem, bądź też rolę zmiennej przewidywanej w oparciu o wskaźniki behawioralne lub neurofizjologiczne pochodzące z pretestu. Takie podejście sporadycznie pojawiało się dotychczas w literaturze przedmiotu, a jest bez wątpienia obiecujące.

Dostęp do wskaźników telemetrycznych znacząco rozszerza zakres możliwych do postawienia pytań badawczych. W szczególności, po pierwsze, dysponując danymi telemetrycznymi możemy pytać już nie tylko o potencjalny wpływ całego treningu na funkcje poznawcze, ale też o to, które ze szczegółowych osiągnięć trenujących graczy są diagnostyczne dla ewentualnej zmiany w funkcjonowaniu poznawczym. Odpowiedź na takie pytanie może mieć niebagatelne znaczenie dla procesu konstruowania nowych, z założenia skuteczniejszych treningów poznawczych. Po drugie natomiast, możemy pytać, które zmienne w największym stopniu pozwalają przewidywać sukcesy odnoszone w grze przez trenujących. Odpowiedź na takie pytanie może mieć z kolei szczególne znaczenie dla osób zawodowo zajmujących się e-sportem i szkoleniami przyszłych profesjonalnych graczy.

W mojej ocenie najbardziej wartościowe wyniki przeprowadzonego projektu dotyczą możliwości przewidywania poziomu osiągnięć w strategicznej grze komputerowej na podstawie wskaźników neurofizjologicznych, wyłonięnych z zapisu EEG, zarejestrowanego w preteście podczas zadania detekcji zmiany. Analizy wykazały, że wyższa moc sygnału w zakresie rytmu alfa oraz niższa moc sygnału w zakresie rytmu theta były powiązane z nabywaniem przez badanych większej biegłości w grze. Był to efekt spójny, ujawniający się dla różnych wskaźników telemetrycznych, takich jak liczba rozegranych meczów, liczba wygranych meczów czy choćby zakres zmian w średniej długości trwania kolejnych rozgrywek. Wynik ten stawia krok w stronę nakreślenia neurofizjologicznego profilu dobrze rokującego gracza i otwiera drogę do dalszych, pogłębianych badań.

Atutem pracy jest też jej bardzo dobre osadzenie w literaturze przedmiotu, w której – co warto podkreślić – koncentrują się wątki z wielu różnych nurtów badawczych. Świadczy to o przeprowadzeniu przez Doktorantkę rzetelnego przeglądu badań. Odnośnie do tytułu pracy, zakładam, że obecne w nim „efekty treningu” należy rozumieć szeroko, czyli zarówno jako efekty ujawniające się w różnicach między pretestem i posttestem, jak i efekty możliwe do zaobserwowania w samym treningu, związane z nabywaniem biegłości w grze strategicznej. Jeśli „efekty treningu” miałyby być tożsame wyłącznie z tymi pierwszymi (różnica pretest-posttest), to tytuł pracy odwoływałby się jedynie do wąskiego wycinka wszystkich przeprowadzonych analiz.

Na koniec tej części recenzji muszę jeszcze zaznaczyć, że początkowo dość zaskakujący był dla mnie brak wkładu Doktorantki w koncepcję zrealizowanego projektu i sformułowanych w jego ramach hipotez (nawiązuję tutaj do oświadczeń złożonych przez współautorów

artykułów i preprintu). Przyjęłam jednak, że taki stan rzeczy odzwierciedla fakt, iż badania zostały zrealizowane w ramach grantu NCN (kierowanego przez promotora pracy, dr hab. Anetę Brzezicką, prof. Uniwersytetu SWPS), zatem zamysł badań musiał pojawić się dużo wcześniej, jeszcze zanim mgr Natalia Jakubowska stała się wykonawcą projektu. Jednocześnie zakładałam jednak, że już samo przygotowanie publikacji czy samodzielne opracowanie statystycznego modelu danych jest w jakiejś mierze pracą na poziomie koncepcyjnym i wnosi twórczy element do zrealizowanego projektu.

Uwagi polemiczne

Badania podłużne, mierzące wpływ interwencji eksperymentalnej na daną zmienną, obwarowane są szeregiem trudnych, metodologicznych wymagań. Nie wszystkie z nich udało się spełnić w badaniach mgr Natalii Jakubowskiej, co w pewnym stopniu ogranicza zakres wniosków, które można z nich wyprowadzić. Obok kwestii metodologicznych, pewne problematyczne – w mojej ocenie – rozstrzygnięcia pojawiły się też na poziomie analiz statystycznych i przygotowania danych EEG. Niektóre z nich omawiam poniżej, nakreślając zawsze szersze tło (stąd relatywnie duża objętość tych komentarzy). Warto w tym miejscu zaznaczyć, że przedstawione niżej uwagi nie podważają ogólnej pozytywnej oceny pracy. Mam jednak nadzieję, że pozwolą uniknąć pewnych pułapek metodologicznych i statystycznych w przyszłych projektach badawczych realizowanych przez Autorkę rozprawy.

1. Brak grupy z treningiem kontrolnym

Kluczowym etapem analiz w badaniach z treningiem jest porównanie efektu manipulacji eksperymentalnej z efektem manipulacji kontrolnej (szczegółowo pisze o tym Knapp, 2016). Manipulacja kontrolna co do zasady powinna angażować osoby badane w podobny sposób do manipulacji eksperymentalnej (liczba godzin treningu, warunki jego przeprowadzania, typ aktywności itp.), choć jednocześnie musi być pozbawiona tego elementu, który uznaje się za kluczowy do wywołania efektu eksperymentalnego. Jeśli analiza wyników uzyskanych w preteście i postteście ujawni, że wpływ manipulacji eksperymentalnej na zmienną zależną jest istotnie statystycznie większy od wpływu manipulacji kontrolnej, wówczas w uprawniony sposób można wnioskować o specyficznym wpływie treningu eksperymentalnego na zmienną zależną. Aby dopełnić obrazu zależności, w badaniach z treningiem uwzględnia się także drugą grupę kontrolną, która nie jest poddawana żadnej manipulacji, ale bierze udział w preteście i postteście. Dzięki niej możliwe jest dodatkowo określenie, jaki wpływ na zmienną zależną ma upływ czasu.

Badania zaplanowane w ramach projektu doktorskiego (wyjściowo obejmujące dwie grupy eksperymentalne i dwie grupy kontrolne) z założenia miały spełniać opisane wyżej warunki, jednak w toku realizacji projektu pojawiły się pewne odstępstwa od założonego planu. Z artykułu pierwszego wynika, że oprócz dwóch grup eksperymentalnych, została także zrekrutowana grupa kontrolna aktywna (z treningiem kontrolnym), licząca 18 osób oraz grupa

kontrolna pasywna (bez treningu), licząca 16 osób. Ze względu na konieczność wykluczenia z tych grup odpowiednio dziewięciu i siedmiu osób, wyniki uzyskane w grupach kontrolnych nie weszły jednak do analiz przedstawionych w artykule pierwszym. W przypadku badań podłużnych rezygnacja uczestników, jak również problemy techniczne z przeprowadzeniem treningów czy rejestracją danych, są domyślnie wpisane w projekt. Dlatego decyzja o zakończeniu rekrutacji osób do grup kontrolnych przy tak małej wielkości obu prób (poniżej poziomu wymaganego do zastosowania testów parametrycznych, jak również poniżej liczby osób przypisanych do grup eksperymentalnych) jest zaskakująca, zwłaszcza w kontekście pierwszego celu rozprawy doktorskiej.

Artykuł drugi dostarcza więcej informacji o aktywnej grupie kontrolnej. Osoby przypisane do tej grupy w ramach treningu kontrolnego grały w Hearthstone, przy czym trening ten odbywał się w innych warunkach niż trening grup eksperymentalnych. Na 30 h treningu kontrolnego przypadało 8 h treningu w laboratorium i 22 h treningu w domu, podczas gdy trening eksperymentalny odbywał się w całości (30 h) w laboratorium. Realizowanie treningu kontrolnego w warunkach domowych jest o tyle problematyczne, że wprowadza dodatkowe zróżnicowanie między grupami, które może przekładać się choćby na poziom motywacji osób badanych do angażowania się w trening.

W artykule drugim podjęto decyzję o połączeniu osób z grupy kontrolnej aktywnej ($N = 11$) oraz pasywnej ($N = 8$) i utworzeniu z nich jednej mieszanej grupy kontrolnej. Grupa taka nie może jednak stanowić punktu odniesienia dla grup eksperymentalnych, o ile poszukuje się odpowiedzi na pytanie, czy trening poznawczy opierający się na strategicznej grze komputerowej czasu rzeczywistego w większym stopniu wpływa na funkcje uwagowe i pamięciowe niż trening opierający się na innym typie gier. Taka grupa nie zapewnia bowiem możliwości zbadania wpływu treningu kontrolnego na zmienne zależne.

2. Wątpliwości dotyczące zrównania grup w preteście

W badaniach podłużnych dotyczących wpływu różnych typów treningu na określoną zmienną zależną, grupy z założenia nie powinny różnić się w preteście pod względem zmiennej, której dotyczy interwencja eksperymentalna. Mimo iż warunek ten można uznać za bazowy dla badań obejmujących trening, nie jest jasne, czy został on spełniony w badaniach z projektu doktorskiego. Warto od razu zaznaczyć, że ewentualny brak spełnienia takiego warunku nie przekreśla możliwości wyciągania wniosków z analiz, ale jest ograniczeniem, którego pojawienie się powinno zostać odnotowane i uwzględnione w dyskusji wyników.

W artykule pierwszym brakuje informacji o efekcie głównym grupy dla mrugnięcia uwagowego oraz dla amplitudy komponentu P300. Efekt interakcyjny grupy i sesji okazał się nieistotny dla mrugnięcia uwagowego i istotny dla amplitudy P300, ale bez dodatkowych porównań lub choćby statystyk opisowych dla zmiennych zależnych nie da się ocenić, co oznacza to dla pretestu. Nawiasem mówiąc, brak takich porównań powoduje, że nie da się też ocenić poprawności interpretacji zaproponowanej dla istotnej interakcji. Wizualizacja

przebiegu potencjałów związanych ze zdarzeniem, przedstawiona na panelu a Ryciny 4, nie jest pod tym względem rozstrzygająca. Bez możliwości odwołania się do danych liczbowych czytelnik pozostaje tu w sferze domysłów.

W artykule drugim efekt główny grupy (w analizie obejmującej trzy grupy: mieszaną kontrolną i dwie eksperymentalne) dla pojemności wzrokowej pamięci roboczej okazał się istotny, ale brakuje bardziej szczegółowych porównań i/lub statystyk opisowych, które pozwoliłyby na lepsze rozpoznanie sytuacji. O wiele czytelniej sytuacja wygląda w preprincie, w którym zamieszczono statystyki opisowe dla zmiennych zależnych. Porównanie średnich dla pojemności wzrokowej pamięci roboczej w dwóch grupach eksperymentalnych wskazuje na istotną różnicę między grupami nie tylko w postteście, ale także w preteście, a więc jeszcze przed rozpoczęciem treningu. Trzeba jednak mocno podkreślić, że różnice takie nie występują dla mierzonej w preteście mocy alfy i thety.

Ogółem ocenę sytuacji dodatkowo utrudnia fakt, że w każdej pracy skład osobowy grup jest nieco inny. Różnice występują także w przypadku artykułu drugiego i preprintu, które opierają się na tym samym zadaniu eksperymentalnym. Przyczyny takiego zróżnicowania nie są do końca jasne dla czytelnika. Ocenę sytuacji na pewno ułatwiłoby opublikowanie danych w otwartym dostępie.

3. Wnioskowanie o wpływie treningu na podstawie porównań wewnątrzgrupowych

Jednym z wniosków artykułu drugiego jest to, że pojemność wzrokowej pamięci roboczej wzrosła w większym stopniu w grupie eksperymentalnej rozgrywającej mecze w bardziej złożonym wariancie gry niż w drugiej grupie eksperymentalnej, która wykonywała mniej urozmaicony trening. Wniosek ten został wyprowadzony w oparciu o porównanie wartości wskaźnika K w preteście i postteście dla poszczególnych poziomów obciążenia pamięci w zadaniu detekcji zmiany. Analizy te wykazały istotną różnicę w wartości K między pretestem i posttestem dla poziomu obciążenia 2, 3, 4, 5 w grupie z bardziej złożonym treningiem oraz dla poziomu 4, 5 w grupie z mniej złożonym treningiem. Co jednak istotne, porównania te miały charakter wewnątrzgrupowy, tj. dotyczyły każdej z grup z osobna.

Wewnątrzgrupowy charakter porównań powoduje, że analizy te nie są wystarczające do stwierdzenia, że wzrost pojemności pamięci roboczej po treningu był istotnie różny między grupami eksperymentalnymi. Taki wniosek można byłoby wyprowadzić jedynie na mocy istotnego efektu interakcyjnego i porównań przeprowadzonych między grupami, a nie w obrębie każdej z nich (problemu tego dotyczy praca Nieuwenhuisa et al., 2011). Łatwo wyobrazić sobie sytuację, w której nawet przy tym samym zestawie średnich w obu grupach, różnice między pretestem i posttestem w jednej grupie są istotne, a w drugiej nie, tylko dlatego, że grupy te różnią się wariancją. Taka rozbieżność stwierdzona w analizach przeprowadzonych wewnątrz każdej z grup nie przekłada się jednak automatycznie na istotność różnic międzygrupowych. Podsumowując, wbrew przyjętej interpretacji, opisane wyżej analizy wewnątrzgrupowe nie odpowiadają na pytanie, czy trening realizowany w zmiennym

środowisku wywiera istotnie bardziej pozytywny wpływ na funkcje pamięciowe niż trening osadzony w środowisku stałym.

4. Problemy wynikające z rozkładu danych

W artykułach stanowiących rozprawę doktorską nie zamieszczono statystyk, pozwalających na scharakteryzowanie rozkładu zmiennych zależnych. Niektóre z zamieszczonych w artykułach rycin sugerują jednak, że w pewnych przypadkach specyficzny rozkład danych, niejednorodność wariancji i włączenie do analiz osób z odstającymi wartościami zmiennych mogły mieć znaczący wpływ na uzyskane wyniki (o takich przypadkach ciekawie piszą Rousselet & Pernet, 2012). Dobry przykład stanowią tutaj wykresy rozrzutu przedstawione na Rycinach 5 i 6 z artykułu pierwszego.

Panel c Ryciny 5 przedstawia wizualizację zależności między średnią amplitudą P300 w preteście i średnią liczbą meczów rozegranych przez osoby badane na dwóch najtrudniejszych poziomach w obu grupach eksperymentalnych. Zgodnie z wynikami analizy moderacyjnej, średnia amplituda P300 w preteście była istotnym predyktorem liczby meczów rozegranych na najtrudniejszych poziomach, ale wyłącznie w grupie z bardziej złożonym treningiem. Pewne wątpliwości budzi jednak fakt, że na rycinie widać znaczne różnice w wariancji danych w obu grupach. Wynikają one stąd, że w grupie z mniej urozmaiconym treningiem niewiele osób rozegrało mecze na najwyższych poziomach trudności. Dla większości osób w tej grupie wartość zmiennej na skali y wynosi 0. Wniosek ten wspiera także Rycina 2, która sugeruje, że liczba meczów rozegranych na dwóch najtrudniejszych poziomach w grupie z mniej urozmaiconym treningiem wynosiła średnio ok. 4-5. Niejednorodność wariancji zmiennej przewidywanej stawia pod znakiem zapytania wyniki przeprowadzonej analizy.

Z kolei panel c Ryciny 6 przedstawia wizualizację zależności między średnią liczbą meczów rozegranych na dwóch najłatwiejszych poziomach i różnicą między pretestem i posttestem w poprawności odpowiedzi w zadaniu na mrugnięcie uwagowe. W tym przypadku, zgodnie z wynikami analizy moderacyjnej, średnia liczba meczów rozegranych na dwóch najłatwiejszych poziomach była istotnym predyktorem różnicy w poprawności odpowiedzi między dwiema sesjami, ale wyłącznie w grupie z mniej złożonym treningiem. Tym razem pewne zastrzeżenia wywołuje fakt, że na rycinie widać dwie osoby z wynikami znacząco odstającymi od reszty grupy (tj. ze znacznie niższą poprawnością w postteście niż w preteście). Wartości tak mocno oddalone od reszty rozkładu mogą sztucznie zawyżać współczynniki korelacji i tworzyć zależności pozornie istotne (tj. takie, które nie ujawniłyby się po wykluczeniu osób odstających od grupy).

5. Problemy związane ze sposobem przetworzenia danych EEG

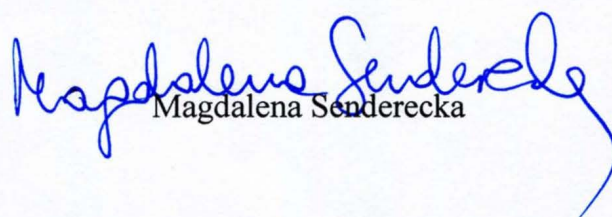
W dwóch pierwszych artykułach zwraca uwagę fakt, iż w trakcie przygotowania danych EEG do analiz nie zastosowano automatycznych lub półautomatycznych metod korekcji artefaktów wynikających z ruchów oczu, ani też metod redukcji/eliminacji pozostałych szumów, mających inne źródła. W obu artykułach pojawia się informacja, że artefakty zostały „ręcznie przefiltrowane” („manually filtered”), ale nie wyjaśniono, na czym ten proces polegał i jak można go odtworzyć. Co istotne, pomiary nie obejmowały rejestracji aktywności pochodzącej z ruchów oczu (zapis taki mógłby stanowić wsparcie w procesie selekcji segmentów wymagających odrzucenia). Opis warto byłoby zatem uzupełnić o informację, (1) czy „ręczne filtrowanie” oznacza odrzucenie segmentów zawierających artefakty, czy raczej jakiś inny zabieg, (2) czy oczyszczanie było przeprowadzane na indywidualnych kanałach czy zbiorczo (odrzuć segmentu na kanałach zaszumionych vs wszystkich), (3) czy proces obejmował interpolację zaszumionych kanałów, (4) ile z segmentów przypadających na każdy warunek odrzucono średnio w wyniku przeprowadzonego oczyszczania, a ile z nich w konsekwencji zostało włączonych do uśrednień, (5) jaka była minimalna liczba segmentów przypadających na osobę w każdym warunku (przy uwzględnieniu, że chodziło wyłącznie o segmenty z poprawnymi reakcjami).

Właściwe oczyszczenie sygnału EEG (z natury rzeczy bardzo podatnego na zakłócenia) ma krytyczne znaczenie dla poprawności późniejszych analiz i interpretacji wyników. Jednocześnie takie oczyszczenie może znacząco zmienić wzorzec zarejestrowanej aktywności, dlatego szczególnie ważne jest, by proces ten opierał się na obiektywnych kryteriach i był możliwy do odtworzenia przez innych badaczy. Potencjały przedstawione na Rycinie 4 w artykule pierwszym mają dość zaszumiony przebieg i trudno wyróżnić w nich standardowe, interpretowalne komponenty. Taki stan rzeczy może wynikać po części z niedostatecznego oczyszczenia danych, a po części ze zbyt małej liczby segmentów wchodzących do uśrednień. Potencjały przedstawione na Rycinie 4 w artykule drugim mają bardziej klasyczny przebieg, co może wynikać z faktu, że przedstawiają aktywność zarejestrowaną przez położone lateralnie kanały ciemieniowe (mniej podatne na zakłócenia pochodzące z ruchów oczu). W tym miejscu warto podpowiedzieć, że bardzo dobrą praktyką, która w badaniach neurofizjologicznych pojawiła się stosunkowo niedawno, jest podawanie wskaźników rzetelności dla poszczególnych komponentów (takie podejście promuje choćby praca Claysona et al., 2021). Dzięki nim wiadomo, w jakim stopniu można ufać zmiennym pochodzącym z sygnału EEG. W przypadku artykułu pierwszego i drugiego dodatkowo nie wiadomo, czy przeprowadzono wyrównanie sygnału w poszczególnych segmentach (ang. *baseline correction*). Zostało ono wspomniane dopiero w preprincie. Co istotne, w trzeciej pracy do usunięcia artefaktów pochodzących z ruchów oczu użyto ICA i odnotowano też średnią liczbę usuniętych segmentów przypadających na warunek, co stanowi bardzo dobrą zmianę w całej procedurze opracowania danych EEG.

Uwagi podsumowujące

Zmierzając do finalnej konkluzji warto podkreślić, że artykuły stanowiące rozprawę doktorską mgr Natalii Jakubowskiej są częścią szerszego dorobku publikacyjnego Doktorantki, w którego skład wchodzi także dwa współautorskie artykuły opublikowane we *Frontiers in Human Neuroscience* oraz doniesienia konferencyjne. Kolejne prace pozostają aktualnie w recenzji. Doktorantka aktywnie uczestniczy w życiu naukowym, biorąc udział w konferencjach. Pełniła też rolę wykonawcy w dwóch grantach NCN, kierowanych przez dr hab. Anetę Brzezicką, prof. Uniwersytetu SWPS, głównego promotora pracy.

W oparciu o przeprowadzoną ocenę stwierdzam, że mgr Natalia Jakubowska posiada niezbędną wiedzę teoretyczną dotyczącą interesującego ją przedmiotu i bardzo dobrze orientuje się w związanej z nim literaturze. Przygotowana przez nią praca doktorska świadczy o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy badawczej i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a zatem spełnia ustawowe warunki o tytule i stopniach naukowych. Wniosuję o dopuszczenie mgr Natalii Jakubowskiej do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora


Magdalena Senderecka

Literatura cytowana:

- Clayson, P. E., Brush, C. J. & Hajcak, G. (2021). Data quality and reliability metrics for event-related potentials (ERPs): The utility of subject-level reliability. *International Journal of Psychophysiology*, 165, 121–136.
- Knap, T. R. (2016). Why is the one-group pretest–posttest design still used? *Clinical Nursing Research*, 25, 467–472.
- Nieuwenhuis, S., Forstmann, B. U., & Wagenmakers, E. J. (2011). Erroneous analyses of interactions in neuroscience: a problem of significance. *Nature Neuroscience*, 14, 1105–1107.
- Rousselet, G. A., & Pernet, C. R. (2012). Improving standards in brain-behavior correlation analyses. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 119.