

**Recenzja rozprawy doktorskiej
Pani mgr Natalii Jakubowskiej**

Instytut Psychologii

***Comparison of psychophysiological and behavioral predictors
of training effects with a complex task in the form
of a strategic computer game.***

**napisanej pod kierunkiem dr hab. Anety Brzezickiej (prom.)
oraz dr. inż. Radosława Nielka (prom. pomocniczy)**

Przedstawiona do oceny praca P. mgr Natalii Jakubowskiej poświęcona jest efektom czterotygodniowego treningu w zakresie komputerowej gry strategicznej, jaki został przeprowadzony w grupach osób niebędących graczami. Na podstawie wykonania zadań opartych o procedury *Attentional Blink* (AB) oraz *Change Detection Task* (CDT), Autorka analizuje zmiany w zakresie wybranych elementarnych funkcji kognitywnych, przejawiające się zarówno w reakcjach behawioralnych, jak i parametrach opartych o zapis elektroencefalograficzny (EEG). Dane te rejestrowane były w dwóch sesjach, przed i po odbyciu treningu. Dodatkowo analizowano, w jakim stopniu rozpatrywane parametry zmierzone przed rozpoczęciem treningu umożliwiają trafną predykcję późniejszych postępów w grze. Sam trening przeprowadzony był na dwa sposoby, w układzie międzygrupowym. Osoby badane mogły być przydzielone do jednej z dwóch grup eksperymentalnych: FEG (*fixed environment group*) oraz VEG (*variable environment group*). W przypadku pierwszej z nich oponenci osób badanych ograniczali się do zawsze podobnej strategii, tymczasem druga grupa

Ingardena 6
30-060 Kraków
tel. +48126237034
fax +48126237699

charakteryzowała się większymi wymaganiami poprzez zróżnicowane środowisko gry, wymuszone elastyczną strategią oponentów.

Rozprawa doktorska została przedłożona jako zbiór powiązanych tematycznie artykułów naukowych, które zostały uzupełnione autoreferatem, a także dodatkowymi informacjami opisującymi przebieg kariery naukowej Doktorantki. Autoreferat rozpoczyna się wprowadzeniem do podjętej tematyki badawczej, gdzie m.in. syntetycznie opisano dostępne dane dotyczące poziomu wykonania typowych testów kognitywnych u graczy lub u osób, które odbyły sesje treningowe w zakresie gier komputerowych. Wobec opisanych w literaturze trudnych do wykazania efektów treningów kognitywnych innego typu, P. mgr Natalia Jakubowska zarysowuje problem badawczy dotyczący weryfikacji możliwego zastosowania gier w poprawie funkcjonowania poznawczego. Dalej następuje szerszy opis samych gier i związanych z nimi parametrów, a w dalszej kolejności Autorka prezentuje oba zadania poznawcze, jakie wykorzystane zostały w badaniach własnych. Następne sekcje opisują cele badania, a także przedstawiają ogólnie postawione pytania badawcze. Ostatnia część to syntetyczny raport z przeprowadzonych eksperymentów wraz z ich najważniejszymi rezultatami, które zostały szerzej opisane w trzech załączonych artykułach, stanowiących zasadniczą część pracy doktorskiej.

Spośród tych artykułów, dotychczas opublikowane zostały dwa pierwsze (w czasopismach Helyion oraz Frontiers in Human Neuroscience); artykuł trzeci pozostaje w recenzji. Układ poszczególnych artykułów jest bardzo zbliżony, co związane jest z faktem, że wszystkie artykuły opisują de facto jeden eksperyment na tej samej grupie badawczej. Ponieważ w tych trzech przypadkach cele badawcze, oczekiwania i analizy są niemal analogiczne, mam nieco wątpliwości, czy rzeczywiście powinny stanowić one trzy odrębne artykuły. Niemniej Autorka zdecydowała się rozdzielić je na odrębne publikacje, do czego kluczem była analiza poszczególnych zadań kognitywnych, jakie wykonywały osoby badane (AB lub CDT), a także wybór parametru EEG, który był następnie analizowany: komponent P300, komponent CDA (*contralateral delay activity*) oraz spektralne parametry oscylacyjne. Również wprowadzenie, sposób analizy i prezentacji rezultatów, jak i dyskusja są w przedstawionych trzech artykułach w dużej mierze zbliżone. To jednocześnie oznacza, że kolejne teksty z jednej strony wspierają główną tezę o wpływie treningu gry komputerowej, z drugiej nie wnoszą znacząco nowych informacji w zakresie rozumienia i interpretacji wyników, oprócz oczywiście ich oparcia na bądź innym zadaniu, bądź też wyborze innych parametrów EEG. W tym miejscu zaznaczę, że w poszczególnych artykułach w

opisie procedury nie pojawia się informacja o innych zadaniach wykonywanych w ramach tej samej procedury, która powinna być tam zawarta.

Udział P. mgr Natalii Jakubowskiej w powstawaniu artykułów będących zasadniczą częścią poddanej ocenie dysertacji doktorskiej jest dominujący, pozostaje ona bowiem pierwszą autorką wymienionych prac. Jej udział, wg załączonych deklaracji współautorek i współautorów, obejmuje analizę danych i ich wizualizację, przegląd literatury, pisanie i przygotowanie manuskryptu do złożenia.

Przechodząc do oceny zasadniczej, empirycznej części pracy doktorskiej, bez wątplenia charakteryzuje się ona nowatorską i innowacyjną metodologią. Wykorzystuje bowiem liczne dane gromadzone w trakcie treningu, które opisują sposób prowadzenia gry i poziom jej wykonania. Dane te mogą następnie zostać użyte to detalicznego opisu przebiegu treningu, nabywania umiejętności potrzebnych w grze i sprawności w zakresie prowadzenia strategii. Połączenie tych metod z technikami stosowanymi w laboratoriach psychologicznych, szczególnie zapisem EEG jest bez wątplenia interesującym i innowacyjnym pomysłem, który otwiera nowe możliwości w zakresie badań empirycznych. Co ważne, sposób wykorzystania tych danych pokazuje biegłość Doktorantki w stosowaniu i integracji tego rodzaju metod i swobodę w poruszaniu się na tak wybranym terenie badawczym.

Z drugiej strony, najpoważniejszą słabością recenzowanej rozprawy doktorskiej jest jej ateoretyczność. Przeprowadzone badania nie zostały oparte ani wpisane w żadną teorię naukową, która mogłaby służyć do interpretacji i integracji wyników. Choć opisane eksperymenty są poprawną i naprawdę solidnie wykonaną realizacją deskryptywnego aspektu pracy naukowej, dwa pozostałe, tj, eksplanacja i predykcja zostały niemal całkowicie zignorowane. W pracy nie znajdziemy najmniejszych prób spekulacji czy wyjaśnienia, w jaki sposób gry mogą poprawiać funkcjonowanie poznawcze, jaki jest mechanizm mózgowy tych zmian, jakie aspekty tych gier mogą stanowić o skuteczności w porównaniu do innych rodzajów treningów, jak szeroko można generalizować uzyskane efekty. W tym sensie Autorka wnosi do wiedzy naukowej jedynie szereg wyizolowanych faktów, nie nadając im szerszego znaczenia w kontekście teoretycznym i nie podejmując się integracji uzyskanych wyników z wiedzą naukową jako całością. Jest to o tyle strata, że otrzymane rezultaty są interesujące zarówno w zakresie poprawy funkcji kognitywnych, jak i relacji między przebiegiem treningu i nabywaniem kompetencji a markerami EEG. Tym bardziej że sam wybór parametrów EEG, jakie użyto do późniejszej analizy oraz dobór zadań

poznawczych został poprzedzony odwołaniem się do podstaw teoretycznych, leżących u podstaw ich funkcjonalnego rozumienia dla percepcji czy pamięci.

Problem braku zapośredniczenia teoretycznego prezentowanych w pracy badań jest być może przyczyną pewnych zauważalnych problemów z konceptualizacją pracy i klarownym sformułowaniem wzajemnej relacji dwóch celów badawczych, jakie postawiła przed sobą Autorka. W autoreferacie, jak i w samym abstrakcie, które zapewne powstały najpóźniej, są one wyłożone klarownie. Wg nich pierwszym celem pracy jest zbadanie wpływu dłuższego treningu gry strategicznej na funkcje kognitywne. Autorka słusznie zauważa, że dotychczasowe rezultaty analiz treningów kognitywnych wskazują na stosunkowo słabe i niejednokrotnie trudne do zreplicowania efekty w zakresie poprawy tych funkcji. W tym kontekście podejmuje się zbadanie, czy wykorzystanie gier komputerowych (jako bardzo popularnego sposobu spędzania wolnego czasu) może okazać się pomocne w zakresie ogólnej poprawy funkcjonowania poznawczego. Co ważne, pozytywne wyniki tej eksploracji mogłyby stanowić wskazówkę aplikacyjną do konstruowania praktycznych treningów zdolności poznawczych. W ramach tak sformułowanego celu Doktorantka porusza również kwestie bardziej szczegółowe, tj. warunków i sposobu przeprowadzenia treningu. Drugim zasadniczym celem nakreślonym w generalnym wprowadzeniu jest zbadanie, w jakim stopniu możliwa jest predykcja efektów treningu (czyli osiągnięcia odpowiednio wysokich wyników w grze) na podstawie wartości wybranych parametrów behawioralnych i EEG, zmierzonych na początku trwania eksperymentu, przed rozpoczęciem właściwych treningów. W dalszej części autoreferatu cele te zostały powtórzone i sformułowane w postaci pytań badawczych, które odnoszą się, również poprzez swoją kolejność, do dwóch wymienionych wyżej celów. Jak można zauważyć, oba zasadnicze cele można określić jako odrębne zadanie badawcze, które łączy przede wszystkim idea zastosowania procedury treningowej w postaci gry strategicznej i jej oczekiwany wpływ na funkcje poznawcze. Odrębność ta niesie wg mnie konieczność rozgraniczenia obu celów, również na etapie dyskusji otrzymanych rezultatów. Niestety, w tym przypadku Autorce zdarzało się w trudny do prześledzenia i niekoniecznie zrozumiały dla czytelnika sposób przeskakiwać pomiędzy dwoma głównymi celami, co odbierało klarowności dyskusji w dwóch pierwszych artykułach (artykuł trzeci koncentruje się wyłącznie na oscylacyjnych predyktorach efektów treningu). Dyskusje wyników budziły u mnie duży niedosyt, ponieważ składały się głównie z szerszego omówienia i powtórzenia raportowanych wcześniej rezultatów. Bez wątpienia zyskałyby one na uprzednim

usystematyzowaniu teoretycznym badanych zagadnień i ich dyskusje w szerszym kontekście wiedzy naukowej. Na koniec tego akapitu moja nieco znamienna obserwacja. Otóż w oświadczeniach o indywidualnym wkładzie w powstawanie artykułów nie wspomina się o etapie konceptualizacji i teoretycznego ulokowania badań, co rzeczywiście sugeruje jego marginalne potraktowanie w całości pracy. Ten problem znajduje też swoisty wydzźwięk w samym tytule rozprawy, gdzie nie znajdziemy odniesienia do celu pierwszego, a wspomniany jest jedynie drugi z nich.

Trzeba jednak przyznać, że warstwa deskryptywna pracy jest zrealizowana dobrze lub bardzo dobrze, Procedury zaprojektowano poprawnie przy zastosowaniu interesującej i nowatorskiej metodologii, zadbano o odpowiednio różne warunki porównawcze i grupę kontrolną, co zostało odpowiednio opisane. Dogłębna analiza i jakość prezentacji analiz statystycznych wskazuje na duże kompetencję Autorki w tym zakresie. Jakkolwiek można dostrzec pewne uchybienia w tym zakresie, nie są one jednak poważne. Spośród nich wymienić można opis analiz EEG, który szczególnie w pierwszych dwóch artykułach jest w mojej opinii nazbyt skrótowy. Nie dowiemy się z niego choćby w jaki sposób identyfikowane były i usuwane artefakty. W pierwszym eksperymencie prawdopodobnie nie zastosowano korekcji baseline, co jest pewnym metodologicznym uchybieniem. Brak tej korekcji sugeruje opis analizy sygnału EEG oraz wykresy potencjałów ERP, których średnia wartość w okresie przedbodźcowym odbiega od zera. Zastosowano ją za to w eksperymencie trzecim, ale jak zrozumiałem, dotyczyła ona średniej amplitudy sygnału, a nie poziomu mocy. Moją wątpliwość wzbudziła również duża liczba osób, których dane nie zostały użyte do analiz. Jakkolwiek zrozumiała jest utrata danych w przypadku nieukończenia treningu, szereg innych czynników, których udział nie powinien przekraczać marginalnych wartości (zaliczam tutaj różnego rodzaju problemy techniczne) tutaj stanowi istotną część Tego typu problemy winny być raczej wyeliminowane na etapie pilotażowym.

Analizy statystyczne zbiorów danych przeprowadzono w opisywanych eksperymentach w sposób świadczący o dużych umiejętnościach Autorki. Widać wyraźnie, że z dużą swobodą porusza się ona w tym obszarze, sprawnie integrując różne typy zgromadzonych danych i eksplorując związki między nimi. W swoim warsztacie używa nie tylko podstawowych technik statystycznych, ale również analiz moderacji, które rzeczywiście umożliwiają głębsze spojrzenie na związki między zmiennymi. Pozwoliło to na sprawną realizację drugiego celu badawczego i wnikliwą analizę predyktywnej wartości zmiennych behavioralnych

i zmiennych EEG. Analizy statystyczne są bogato i adekwatnie ilustrowane wykresami i grafikami, co ułatwia orientację w istotnych efektach. Na tym etapie pewnym problemem staje się duża liczba wykonanych testów statystycznych, której nie towarzyszy dodatkowa korekcja poziomu istotności ze względu na wielokrotne porównania. Raportowanie w tym kontekście wielu pozytywnych rezultatów wydaje się obarczone dużym ryzykiem fałszywie istotnych efektów i w świetle obecnych zaleceń metodologicznych może być uznane za uchybienie. Innym problemem jest użycie stosunkowo dużej liczby zmiennych behawioralnych, które prawdopodobnie wykazują wysoki poziom wzajemnej korelacji, gdyż na różny sposób oddają ogólny poziom zaawansowania w grze. Ich wzajemny związek nie jest jednak raportowany, a obecna pomiędzy nimi – jak przypuszczam – silna wzajemna korelacja, utrudnia interpretację, szczególnie wobec ich minimalnego zapośredniczenia teoretycznego. Pewien problem zauważyć można również przy analizie komponentu P300 w pierwszym artykule. Na ryc. 4 dodatkowym tłem znaczone są punkty czasowe, w których różnica przebiegów komponentu ERP osiągnęła poziom istotności. Taka wizualizacja pokazuje, że zamiast jednego testu dla całego okna czasowego przeprowadzono niezależne testy dla każdego z licznych punktów czasowych, co nie jest właściwą praktyką.

Odnosząc się do otrzymanych rezultatów, Autorka w swoich badaniach wskazuje wyraźnie pozytywny wpływ treningu strategicznej gry komputerowej na funkcje poznawcze mierzone wybranymi testami funkcji kognitywnych. To interesujący i ważny rezultat, szczególnie w kontekście relatywnie niewielkich efektów innych rodzajów treningów. W pierwszym artykule raportuje, że rezultatem przeprowadzonego badania była zaobserwowana poprawa poziomu wykonania zadania AB w obu grupach (VEG, FEG). Niemniej, brak grupy kontrolnej powoduje, że ten wynik należy traktować bardzo ostrożnie, gdyż nie wiemy, czy efekty poprawy nie wynikają – choćby w części – z powtórnego jego przeprowadzenia i efektu znajomości zadania. Tej wady nie miało drugie zadanie, opisane w kolejnych artykułach. W tym przypadku obok dwóch grup eksperymentalnych obecna była również grupa kontrolna. Tym razem poprawa nastąpiła w obu eksperymentalnych, co uprawdopodobnia główną konkluzję o pozytywnym wpływie treningu gry na funkcje poznawcze. Co więcej, wyraźniejszy efekt zdaje się być związany z wymagającym treningiem w grupie VEG w porównaniu do grupy FEG, która doświadczyła łatwiejszego treningu. W zakresie wpływu treningu na parametry EEG, zmiana amplitudy komponentu P300 jaka zaobserwowano nie była zgodna z oczekiwaniami. Tym ważniejsze zdaje się

wytlumaczenie tego rezultatu na gruncie istniejących teorii dotyczących funkcjonalnego znaczenia tego komponentu. Niestety, w toku dyskusji Doktorantka nie podjęła tego problemu. Drugi cel badawczy, tj. analiza predyktorów udanego treningu to również ciekawy materiał dotyczący markerów EEG związanych z funkcjami poznawczymi. Niestety, duży potencjał tych analiz w zakresie wyjaśnienia związków między zmiennymi nie został wykorzystany na dalszym etapie, a dyskusja jeszcze raz sprowadza się w zasadzie do suchego powtórzenia ważniejszych rezultatów.

Na koniec dodam, że od strony formalnej, praca jest bez zarzutu i spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom naukowym. Napisana jest dobrym i klarownym językiem, który dobrze się czyta. Układ paragrafów jest przejrzysty, a cytowania i bibliografia są właściwie zamieszczone.

Podsumowując ocenę pracy empirycznej i odnosząc się do ustawowych kryteriów oceny rozprawy doktorskiej mogę stwierdzić, że pomimo wspominanych wyżej słabszych stron, praca p. mgr Natalii Jakubowskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Praca broni się m.in. interesującymi wynikami, które mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad treningiem kognitywnym, a które zostały otrzymane w poprawnie przeprowadzonym eksperymencie. Do innych mocnych stron zaliczyć należy sprawność warsztatową Autorki, która to sprawność znalazła wyraz w dobrze zaprojektowanej i właściwie przeprowadzonej procedurze badawczej, a także zastosowanie nowatorskiej metodologii, integracja i solidna analiza danych behavioralnych (pochodzących z gry oraz samych testów kognitywnych) i parametrów EEG, zaawansowana i głęboka analiza statystyczna, dobry opis i wizualizacja rezultatów. Bezsprzecznie praca wnosi do wiedzy naukowej ważne fakty, które mają istotną wartość aplikacyjną w zakresie ważnego społecznie problemu wsparcia funkcjonowania poznawczego. Praca prezentuje, choć w nieco ograniczonym zakresie, wiedzę teoretyczną Kandydatki, która przedstawia nie tylko istniejący stan badań w zakresie odpowiadającym tematyce pracy, ale także dokonuje selekcji reprezentatywnych zadań poznawczych oraz adekwatnych parametrów EEG, jakie mogą się wiązać z poszczególnymi funkcjami poznawczymi.

Na koniec przystąpię do oceny pozostałego dorobku i aktywności naukowej P. mgr Natalii Jakubowskiej. Obok włączonych do rozprawy prac, składają się na niego cztery publikacje, w tym dwa artykuły w czasopismach (w których jest drugą autorką) i dwie publikacje pokonferencyjne. Tutaj podkreślić należy dużą aktywność Doktorantki w zakresie udziału w konferencjach naukowych, gdzie

prezentowała wyniki swoich badań w formie posterów. Swoją aktywność naukową realizuje nie tylko w ramach badań własnych, ale także udziału w grupach badawczych (Plasticity Team przy SWPS w Warszawie⁰, a także jako badaczka zatrudniona w projekcie badawczym finansowanym przez NCN. P. mgr Natalia Jakubowska prowadzi (lub prowadziła) zajęcia dydaktyczne z zakresu statystyki analizy EEG, a także wybranych technik komputerowych do analizy danych.

Konkluzja:

Stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie P. mgr Natalii Jakubowskiej do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.