

dr hab. Ewa Małgorzata Szepietowska, prof. UMCS

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani Magdaleny Baszuk
Rola treningu poznawczego w usprawnianiu umysłu seniora - badania
neuropsychologiczne i elektrofizjologiczne
wykonanej w Pracowni Neuropsychologii Instytutu Biologii Doświadczalnej
im. M. Nenckiego PAN oraz na Wydziale Psychologii Uniwersytetu SWPS
pod kierunkiem Prof. dr hab. Elżbieta Szelağ
z Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN
oraz Dr hab., Hanna Bednarek, prof. Uniwersytetu SWPS
z Uniwersytetu SWPS z Warszawy

Złożona do recenzji rozprawa liczy 291 stron (plus spis publikacji Autorki). Konstrukcja pracy jest zgodna z wymaganiami opracowywania rozpraw doktorskich. Zawiera: spis treści, wykaz skrótów użytych w tekście terminów, abstrakt, wstęp, cele i hipotezy badań własnych, opis osób badanych, metod, procedur diagnostycznych, opis schematu badań, analiz statystycznych, następnie opis wyników (umożliwiający weryfikację postawionych hipotez), ich dyskusję, ograniczenia zrealizowanych badań oraz możliwe kierunki kolejnych, podsumowanie oraz spis piśmiennictwa (35 stron). Rozprawa zawiera także załączniki, w tym: kwestionariusz świadomej zgody osoby badanej na udział w badaniach, zawierający także wszelkie informacje dotyczące procedury, klauzulę informacyjną RODO, ankietę rekrutacyjną, w której uwzględniono wiele danych dotyczących osoby badanej (część z nich stanowiła kryterium włączenia/wykluczenia z badań), protokół treningu poznawczego (*Dr Neuronowski®*).

Na wstępie omówienia rozprawy muszę podkreślić zarówno aktualność podjętej problematyki jak i obszerność badań oraz analiz. Analizy te wypełniłyby z pewnością kilka

rozpraw doktorskich, stanowiąc też przykład bardzo dobrej organizacji pracy Autorki i całego Zespołu. Tekst jest bardzo starannie przygotowany, ilustrowany rycinami, podsumowaniami, wyjaśnieniami, i jest to ogromna zaleta rozprawy.

Jak pisze Autorka – *społeczeństwa starzeją się*. Wydłużenie życia i wzrost liczby osób w wieku senioralnym oraz sędziwym stanowią nie lada wyzwanie dla systemów zdrowotnych, opieki społecznej czy systemów ekonomicznych we wszystkich krajach świata. Nie zawsze dłuższe życie oznacza *lepsze* życie, między innymi ze względu na naturalny charakter poznawczego starzenia się ale i wzrost ryzyka rozwoju otępień o różnej etiologii. Pytanie: *jak wspierać starsze osoby, by jak najdłużej były poznawczo sprawne, a w efekcie - samodzielne i o poczuciu wysokiej jakości życia* – **jest tematem wiodącym w badaniach współczesnych, i w tym nurcie analiz mieści się rozprawa Pani Magdaleny Baszuk.**

Skupiając się na cechach zdrowego (naturalnego) starzenia się poznawczego, Autorka wymienia najważniejsze jego cechy oraz podstawy neuronalne; wiodące są zmiany w zakresie pamięci operacyjnej i epizodycznej, uwagi, funkcji wykonawczych – ich komponentów. W rozprawie odnajduję zwięzłą charakterystykę zmian związanych z wiekiem sugerującą także, co będzie przedmiotem badań własnych. **Jedyna moja uwaga dotyczy zdania o pamięci krótko- i długotrwałej, i zacytowania pracy autorstwa mojej skromnej osoby – w tej klasyfikacji pamięci zasług nie miałam.** W teoriach wyjaśniających starzenie poznawcze Autorka akcentuje modele mózgowe (m.in. HAROLD, PASA, CRUNCH), wskazujące na procesy kompensacyjne podejmowane przez starzejący się mózg, a mające na celu efektywne wykonywanie zadań.

Autorka zwraca także uwagę na czynniki, które determinują pomyślne starzenie się. Ten temat jest przedmiotem moich aktualnych zainteresowań badawczych. Autorka uznaje, za innymi autorami, że m.in. wyższe wykształcenie, wysoka aktywność poznawcza, społeczna i inne przeszłe doświadczenia mogą sprzyjać pomyślnemu starzeniu się. Jednak nie tylko dotychczasowe osiągnięcia mogą pełnić rolę sprzyjającą pozytywnej dynamice starzenia się, ale też, a może przede wszystkim, nowe doświadczenia, w tym m.in. udział w treningach



funkcji poznawczych. W pełni zgadzam się z Autorką. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że relacje rezerwa – dynamika starzenia się poznawczego są bardziej skomplikowane; rezerwa nie tylko, jak wskazują dane, implikuje ten pomyślny czy normatywny model starzenia się, ale ma też wpływ na starzenie się patologiczne, przy czym rola CR może być odmienna zależnie od czynników biologicznych (np. obecności neurodegeneracji, markerów apolipoprotein). **Temat wykracza poza ramy rozprawy, ale w podtytule 1.2.3. może należało zrezygnować z pojęcia „pomyślnego [..]”.**

W dalszej części tekstu odnajduję zwięzłą charakterystykę oddziaływań zaliczanych do treningów poznawczych, wskazanie różnic między treningami a rehabilitacją poznawczą, odwołanie do zjawiska neuroplastyczności mózgow osób dorosłych, i **bardzo dobrze przygotowaną część dotyczącą efektywności treningów prowadzonych w grupach starszych osób.** Z przeglądu badań wynika, że najlepsze efekty uzyskuje się wówczas, gdy treningi dotyczą funkcji wykonawczych, gdy są one prowadzone kilkakrotnie w ciągu tygodnia – przez 8 tygodni (łącznie 24 spotkania). **Autorka nie wspomina, a warto to podkreślić, że zaproponowany przez Nią model badań własnych to aktualnie rekomendowany kanon prowadzenia treningów i uznania wyników za dowody naukowe.** Efekty treningów obserwowane są także na poziomie strukturalnym i czynnościowym, i wskazują, że wraz z czasem trwania treningu, po początkowej nadaktywacji następuje spadek aktywności niektórych obszarów OUN, ilustrujący zautomatyzowanie / wyższą efektywność przetwarzania informacji. EEG a szczególnie potencjały wywołane są w badaniach dotyczących efektywności treningów u seniorów rzadziej wykorzystywane, chociaż wskazano zmiany w zakresie N200 i P300 towarzyszące korzystnym zmianom także na poziomie behawioralnym. Autorka zwraca też uwagę na to, że o efektywności treningu może decydować transfer (bliski, daleki), ale wielość doniesień i procedur (np. treningi indywidualne – grupowe) utrudnia wyprowadzenie spójnych konkluzji.

W dalszej części tekstu Autorka omawia percepcję czasu (czasowe przetwarzanie informacji) jako podstawowy mechanizm przetwarzania informacji, ujawniający się także na poziomie neuronalnym. Percepcja czasu zmienia się wraz z wiekiem (np. osoby starsze potrzebują dłuższej niż młodsze, przerwy między 2 bodźcami, by je rozróżnić), jest także zależna od modalności bodźca. **Bardzo interesujące są badania przytoczone przez Autorkę o**

pozytywnym związku funkcji wykonawczych i czasowego przetwarzania informacji. Również inne dane opisane w rozprawie wyjaśniają, dlaczego treningi oparte na czasowym przetwarzaniu danych mogą być pomocne w usprawnianiu procesów poznawczych. Te zależności są powodem podjęcia badań własnych.

Całą omówioną część tekstu oceniam jednoznacznie pozytywnie ze względu na zarysowanie problemów, o charakterze interdyscyplinarnym, które decydują o kierunku badań własnych i mogą wyjaśniać uzyskane wyniki.

Badania własne

Autorka zaprojektowała i zrealizowała nowatorskie, bardzo obszerne badania osób w wieku senioralnym, mające na celu ocenę efektywności programu *Dr Neuronowski*[®] w zakresie dwóch typów zmiennych: behawioralnych i elektrofizjologicznych oraz ocenę ich relacji. Model badań zakładał ocenę kondycji poznawczej osób z 3 grup (A – trening z użyciem programu *Dr Neuronowski*[®], B – trening edukacyjny, C – grupa kontrolna). Trening edukacyjny wymagał oglądania filmów i udziału w dyskusjach, ale na pewno nie angażował percepcji czasu i nie miał charakteru nowości, uznawanej za kluczowy czynnik skuteczności oddziaływań treningowych. Założono, że po treningu grupa A wykaże się lepszą sprawnością percepcji czasu, pamięci krótkotrwałej werbalnej oraz przestrzennej, pamięci roboczej, podzielności i utrzymania uwagi, zdolności planowania i kontroli hamowania w porównaniu do grupy B, następnie, że efekty te będą widoczne 8 tygodni po zakończeniu treningu oraz, że poprawie na poziomie behawioralnym towarzyszyć będą zmiany w obrazie elektrofizjologicznym (potencjałów P300, N200 i MMN).

Prezentacja procedury i metod jest niezwykle klarowna; Autorka omawia metody behawioralne i neurofizjologiczne, wskaźniki, a te zamieszcza w ramkach. To dobry zabieg przy tak rozbudowanym opisie procedury. Podobnie, rycina 14 (schemat prowadzonych badań) podsumowuje projekt. Obejmuje on test i retest w 3 grupach (A, B, C) oraz pomiar odroczonej (behawioralnej) w grupach A i B. **Zastanawiam się, czy rycina 14 i schemat badań (3.4) nie powinny być zamieszczone pod hipotezami, które nie ujmują wszystkich analiz.**

Wydawałoby się, że, ze względu na opisane przez Autorkę zjawisko starzenia się populacji, dostęp do grupy docelowej będzie łatwy, a jednak tak nie jest. Tym bardziej

podkreślam dużą liczbę osób badanych, które musiały spełnić różne kryteria kwalifikacyjne, dotrwać do etapu pierwszego a potem kolejnych. Gratuluję Autorce i osobom współpracującym wytrwałości. Uczestnikami badań były głównie kobiety, dla których język polski był językiem ojczystym, osoby praworęczne, o prawidłowym słuchu, o prawidłowej kondycji poznawczej, bez depresji, bez poważnych obciążeń neurologicznych, psychiatrycznych i somatycznych, bez uzależnienia. Większość z nich uzyskała wyższe wykształcenie, nieco mniej – średnie. Te dane wskazują, że osoby badane to seniorzy wysokofunkcjonujący, tym bardziej, że przyjęto wysoki próg 27 pkt w MMSE (sugeruje się przyjmowanie niższych w kolejnych fazach starości – por. Salis F, et al. Mini-Mental State Examination: Optimal Cut-Off Levels for Mild and Severe Cognitive Impairment. *Geriatrics (Basel)*. 2023 Jan 12;8(1):12. doi: 10.3390/geriatrics8010012 oraz badania polskie DOI: <https://doi.org/10.5114/nan.2021.113319>). Jest zatem możliwe, że wiele osób, które uzyskałyby wynik niższy niż 27 pkt (np. 24 dla osób najstarszych i 26 dla młodszych) mogłyby także uczestniczyć w badaniach.

Warsztat metodyczny rozbudowany i bardzo dobrze opisany. Uwzględniono metody behawioralne (postrzeganie czasu z dwoma wskaźnikami tj. PPK-R i PPK-O; testy oceniające pamięć - 3 wskaźniki; uwagę - 5 wskaźników; funkcje wykonawcze – 9 wskaźników) oraz elektrofizjologiczne (potencjały wywołane związane ze zdarzeniem). W pierwszym przypadku oceniano pamięć słuchową roboczą (n-1 back i n-2 back) uzyskując 3 wskaźniki x 2 warunki oraz porównywanie długości czasu trwania bodźców słuchowych - 2 wskaźniki. **Każda metoda została pokrótce opisana, podano przykłady bodźców, zaś wskaźniki wykazane są w osobnych ramkach i ponownie wymienione w tabeli. Równie szczegółowo Autorka opisuje obydwa treningi tj. edukacyjny (grupa B) oraz *Dr Neuronowski*[®] (grupa A – wybranych 28 gier treningowych). Sesje treningowe obejmowały 24 spotkania x 45 minut. Poprzedzała je ocena wstępna (pretest), po ich zakończeniu kolejna (posttest) oraz odroczone tj. po 8 tygodniach od zakończenia treningów. W ten sposób zaproponowana procedura jest zgodna z rekomendacjami (badania podłużne, randomizowane, z grupą kontrolną) opracowanymi dla oceny efektywności treningów poznawczych.**



Analizy statystyczne są właściwie dobrane, także analizy danych z potencjałów wywołanych są opisane w klarowny sposób (tabela 9 i 10). Szczególnie ciekawy jest zaproponowany tu wskaźnik zwany obciążeniem poznawczym, który posłużył oszacowaniu zmian następujących po treningach. Relacje między wskaźnikami behawioralnymi i fizjologicznymi (P300, N200 i MMN) zostaną ocenione za pomocą analiz korelacyjnych, a szczególnie interesująca jest próba wskazania (przesunięcia) aktywności z okolic ciemieniowych do czołowych (różnica pomiędzy amplitudą potencjału P300 na elektrodzie umieszczonej frontalnie z pozostałymi elektrodami ulokowanymi centralnie i ciemieniowo) zgodnie z hipotezą PASA. To bardzo ciekawy pomysł, który pozwoli określić, jakie cechy działania sieci neuronalnej mogą być neuronalnym wskaźnikiem usprawnienia funkcji poznawczych, które jest weryfikowane na poziomie behawioralnym? (str. 48).

Na marginesie, zastanawiam się, czy nie było możliwe konsekwentne zastosowanie analizy wariancji w schemacie mieszanym dla pomiarów powtarzanych z metodą bootstrap zamiast (osobno) Kruskala-Wallisa i Wilcozona, niepozwalających oszacować efektów interakcji. Mimo tego, wybór statystyk został dobrze uzasadniony.

Wyniki

Są one omawiane zgodnie z kolejnością hipotez. Opis ten jest za każdym razem zwięzły i klarowny.

Autorka wykazała, że grupa A (*Dr Neuronowski*[®]) uzyskała w pomiarze drugim istotnie lepsze wyniki w porównaniu do pomiaru pierwszego, i nie obserwowano tego w pozostałych grupach (B i C).

Jednocześnie (tam, gdzie było to liczone) wykazano efekt zmiennej Pomiar co oznaczają, że wszyscy badani, niezależnie od przynależności do grupy uzyskali inne (różne) wyniki w każdym pomiarze. Np. (PPK-R) wszystkie 3 grupy w krótszym czasie wykonały zadanie posttestowe, a (PPK-O) tylko A i B.


Bardzo przejrzysta prezentacja wyników wykazuje, że w większości zadań w pomiarze pretestowym grupy się nie różniły, natomiast w pomiarze drugim w wielu zadaniach grupa A otrzymała wyniki lepsze niż w pierwszym przy braku tego efektu w grupach B i C. Cała analiza statystyczna jest podsumowana w tabeli 23.



W kolejnym kroku analizowano stabilność wyników uzyskanych przez grupy A i B, stosując pomiar odroczone i porównując nowe dane z tymi z posttestu. Porównania te wykazały stabilność wyników rozumianych jako brak pogorszenia, i dotyczyło to obydwu grup (A i B), przy czym w grupie A Próg Postrzegania Kolejności w zadaniu obuusznym był niższy (wynik lepszy) w pomiarze odroczonym, a w grupie B lepszy był wynik dotyczący poprawności wykonania (wskaźnik funkcji wykonawczych).

Hipoteza 3 dotyczyła parametrów elektrofizjologicznych (potencjały wywołane) i ich relacji z danymi behawioralnymi. W preteście wykazano wzrost błędów, fałszywych alarmów i dłuższy czas reakcji dla warunku 2n-wstecz. Analiza potencjału P300 (amplitudy i latencji) nie wykazała natomiast istotnych różnic dla warunku 1n-wstecz i 2n-wstecz. Natomiast porównania odpowiedzi z fazy posttest z elektrody Pz (czyli znad płatów ciemieniowych) wykazały niższą amplitudę w obydwu warunkach w porównaniu do amplitudy znad Fz i Cz. Uwzględnienie grup (A, B, C) wykazało m.in., że w postteście grupa A uzyskała gorsze parametry w warunku 2n-back (w porównaniu do 2 pozostałych grup) w zakresie poprawnych reakcji, ale też istotnie różne wyniki w porównaniu do warunków pretestu. W zakresie fałszywych alarmów, przy braku różnic międzygrupowych z fazy pretestu, grupy B i C w fazie posttestu wykazały się mniejszą liczbą fałszywych alarmów. W warunku 1-n wstecz tylko w grupie eksperymentalnej zaobserwowano różnice istotne statystycznie w zakresie czasu poprawnych reakcji: w pomiarze *posttest* wydłużył się w porównaniu do pomiaru *pretest*. W warunku 2n-wstecz w grupach B i C wykazano istotne skrócenie czasu poprawnych reakcji w preteście w porównaniu do posttestu.

Odniesienie tych wskaźników do P300 (latencji i amplitudy oraz amplitudy obciążenia poznawczego) w warunkach 1n-wstecz i 2n-wstecz w każdej z grup **wykazało wyłącznie w grupie eksperymentalnej istotnie niższą amplitudę obciążenia poznawczego w pomiarze *posttest* w porównaniu do pomiaru *pretest* ($p = 0,049$) w warunku 1-wstecz.**

Podobne analizy wykonano w odniesieniu do zadania porównywanie długości trwania bodźców słuchowych. Dotyczyły one potencjału MMN powstałego na fali odjętej (jest wskaźnikiem detekcji zmian w prowadzonej symulacji) oraz N200, ilustrującego reakcję na bodźce nowe i nieznane. Tym razem uwzględniono także 3 warunki zadania (łatwe, 

średniotrudne i trudne), analizując dane z elektrody Fz. W warunku pretestu amplituda potencjału wywołanego MMN i N200 w warunku łatwym była istotnie niższa niż w warunku trudnym i średniotrudnym (te nie różniły się). **Za najciekawsze wyniki z tej części analiz uznaję m.in. obecność w grupie eksperymentalnej w pomiarze *posttest* istotnie niższej amplitudy potencjału MMN w porównaniu do pomiaru *pretest* oraz wydłużenie potencjału MMN w grupie C i N200 w grupie B.** Testowanie hipotezy o istnieniu korelacji między wskaźnikami behawioralnymi i elektrofizjologicznymi wykazało, **że wraz ze zwiększeniem pojemności pamięci krótkotrwałej wzrasta zaangażowanie poznawcze obszarów czołowych w wykonywane zadanie oraz, że tylko w grupie eksperymentalnej A pojawiła się zależność pomiędzy czasowym przetwarzaniem informacji a obciążeniem poznawczym – niższy próg Czasowego przetwarzania informacji jest związany z mniejszą Amplitudą obciążenia poznawczego, a wynik ten potwierdza efektywność treningu.**

Nie mam uwag do tej części rozprawy poza jedną drobną – tam, gdzie różnice (między –wewnątrzgrupowe) były istotne statystycznie, można było pokazać siłę efektu. Tę część rozprawy oceniam jednoznacznie pozytywnie.

Dyskusja

Autorka podsumowuje uzyskane rezultaty, prezentując m. in. rycinę ilustrującą poprawę (wyniki dodatnie), pogorszenie (wyniki ujemne) lub jej brak (0 na osi), z wykorzystaniem odpowiednio opracowanego wskaźnika. **Dobitnie wskazuje, że systematyczną poprawę obserwowano w grupie A w zakresie: percepcji czasu (rozdzielczości czasowej „zegara neuronalnego”), efektywności pamięci (krótkotrwałej oraz przestrzennej) oraz funkcji wykonawczych (planowania i kontroli hamowania). Nie zarejestrowano *istotnych* zmian w funkcjonowaniu poznawczym w obu grupach kontrolnych, tj. w Grupach B oraz C. W żadnej grupie nie zaobserwowano istotnego pogorszenia funkcji umysłowych.** Dyskutując wyniki dotyczące percepcji czasu, Autorka zwraca uwagę na m.in. brak poprawy w grupie B (trening edukacyjny), co pozwala negatywnie oceniać podobnego typu oddziaływania, gdyż ani ćwiczenia w grupie, ani przychodzenie na zajęcia czy bierny odbiór informacji nie dają wymiernych korzyści. W odniesieniu do pamięci, trening percepcji czasu prowadzi do poprawy w zakresie pamięci



krótkotrwałej przestrzennej i werbalnej, ale nie roboczej. Nie uzyskano także poprawy w zakresie procesów uwagi, ale w grupie A obserwowano poprawę wykonania zadania angażującego funkcje wykonawcze (test TOL) – niektórych jego aspektów. W odniesieniu do wyników elektrofizjologicznych, w grupie treningu poznawczego udało się uzyskać poprawę w zakresie czasowego opracowywania informacji, pamięci krótkotrwałej oraz funkcji wykonawczych. Nie wykazano skuteczności treningu percepcji czasu w stosunku do pamięci roboczej oraz podzielności i utrzymywania uwagi. **Jednocześnie nie wykazano zmian istotnych statystycznie w grupach kontrolnej aktywnej oraz kontrolnej nieaktywnej. Ponadto, biorąc pod uwagę skuteczność treningów, w grupie A wykazano stabilność wyników, a nawet ich poprawę w odniesieniu do percepcji czasu.**

W zakończeniu rozprawy Autorka wymienia ograniczenia i zalety badań własnych oraz wskazuje dalsze kierunki badań.

W nawiązaniu do tych wyników, zwróciłabym uwagę nie tylko na „pozytywne” wyniki, ale i na te, które nie były przedmiotem bezpośredniej oceny. Autorka zauważa, że grupa A cechowała się stabilnością wyników a nawet poprawą pewnych, ale (ryc. 59) taką poprawę odnotowano niekiedy także w pozostałych grupach. Ciekawa jestem wyjaśnienia tych danych? Przypuszczam, że specyfika grup (np. wysoka kondycja poznawcza, w zasadzie też bardzo dobry stan zdrowia) mogą powodować, że osoby te są ogólnie aktywne, stąd i w B i w C efekty odroczone mogły być pozytywne. Oznacza to, że wyniki badań własnych mogą się odnosić do wyselekcjonowanej, dobrze funkcjonującej grupy osób 60+. A może pewne elementy wchodzące w skład rezerwy poznawczej (np. poziom wykształcenia) mogą być odpowiedzialne za takie efekty?

Ta kilkustronicowa charakterystyka zawartości rozprawy ma na celu podkreślenie znaczącego wysiłku Autorki w projektowaniu i realizacji badań własnych. Autorka określiła istotne konteksty tych badań, wykazując się pogłębioną wiedzą teoretyczną w wielu obszarach tematycznych z zakresu psychologii, neuropsychologii i neurofizjologii. Tu na uwagę zasługuje fakt cytowania prac i polskich autorów; Autorka wykazuje się



orientacją w rodzimych nurtach badawczych. Rozprawa doktorska to również oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, mającego zastosowanie w sferze społecznej.

W związku z jednoznacznie pozytywną oceną przedłożonej rozprawy doktorskiej i faktem, że spełnia ona warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619, 1630), wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Biologii Doświadczalnej o dopuszczenie mgr Magdaleny Baszuk do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Wnioskuję również o wyróżnienie rozprawy, argumentując to następująco:

1. dane dotyczące efektywności treningów poznawczych kierowanych do osób zdrowych nadal nieczęsto stanowią przedmiot badań polskich. Pojawiły się prace przeglądowe (np. DOI:10.21697/sp.2017.17.2.01), prace empiryczne (DOI: <https://doi.org/10.5114/nan.2019.87725>), w tym porównujące efekty treningów funkcji poznawczych i fizycznych lub o charakterze dual task (badania pod kierunkiem prof. dr hab. Emilii Łojek), ale nadal jest ich zbyt mało. Rodzi to pokusę wprowadzania na rynek / publikowania mało wiarygodnych danych o tym, jakie aktywności podejmować w wieku starszym. Rozprawa uzupełnia więc lukę w doniesieniach krajowych oraz międzynarodowych.
2. procedura badań jest zgodna z rekomendacjami (evidence based cognitive rehabilitation / cognitive training), wskazując, że muszą być przestrzegane standardy metodologiczne (jak w tych badaniach), by móc orzekać o efektywności treningów (<https://doi.org/10.1177/2372732219870202>). Co istotne, na bazie opisu i ze względu na dostępność programu *Dr Neuronowski*[®] możliwa jest replikacja badań.
3. procedura łączy dane psychologiczne z danymi neurofizjologicznymi; to doskonałe posunięcie zilustrowania zmian czynnościowych związanych z treningiem.
4. Wyniki badań mają zastosowanie w sferze społecznej a metoda użyteczna w usprawnianiu osób starszych.

Magdalena Baszuk



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Baszuk

**p.t.: „Rola treningu poznawczego w usprawnianiu umysłu seniora -
badania neuropsychologiczne i elektrofizjologiczne”**,

Zakres i cel rozprawy

Starzenie się społeczeństwa jest faktem, z którym mamy do czynienia od wielu lat, a skutki społeczne tego procesu są oczywiste, również w kontekście wykorzystania wiedzy i kompetencji seniorów w różnych sferach życia, tym także zawodowej. Wobec kryzysu narodzin nie można rezygnować z dalszego udziału w życiu zawodowym tych seniorów, którzy chcą pozostać aktywnymi zawodowo po formalnym przejściu na emeryturę.

W obliczu niespotykanego wcześniej gwałtownego rozwoju technologii multimedialnych i komunikacyjnych, jak chociażby smartfony, obserwuje się niezwykle dynamiczny rozwój aplikacji opracowywanych w formie gier, które w opinii ich autorów mają usprawniać pracę mózgu w różnych obszarach. Świadomość potrzeby utrzymania dobrej sprawności umysłowej i fizycznej, także w społeczeństwie polskim jest coraz większa. Dlatego oferta aplikacji smartfonowych, które w założeniu mogą usprawnić procesy mózgowie trafia na podatny grunt w społeczeństwie.

Również w audiologii, która jest dyscypliną naukową i kliniczną zajmującą się fizjologią i patologią słuchu stosowane są różne metody terapeutyczne usprawniające centralne procesy przetwarzania słuchowego. W diagnostyce zaburzeń słuchu stosowane są metody psychoakustyczne, elektrofizjologiczne, obrazowe i molekularne, które umożliwiają precyzyjne postawienie rozpoznania. Ale poza samą potrzebą trafnej diagnozy od wielu lat poszukuje się także predyktorów rozwoju słuchowego po zastosowaniu np. implantów ślimakowych w leczeniu różnych form głuchoty, aby personalizować terapię i rehabilitację pacjentów z implantami słuchowymi, niezależnie od ich wieku.

Obecnie implanty ślimakowe wszczepiane są praktycznie bez ograniczeń wiekowych, a zatem również seniorom. Mamy wiele dowodów klinicznych, które pokazują, że efektywne wykorzystanie tej technologii jest zależne od sprawności mózgu w różnych sferach, w tym również poznawczej. O klinicznych i społecznych efektach wykorzystania tej technologii nie decyduje

głębokość odbiorczego ubytku słuchu i jego rozległość, ale przede wszystkim sprawność przetwarzania informacji w centralnym układzie słuchowym. Dlatego praca doktorska mgr Magdaleny Baszuk jest bardzo interesująca i ważna nie tylko dla neuropsychologów, neurofizjologów czy geriatrów, ale również dla audiologów. Każde usprawnienie podstawowych, w tym czasowych, mechanizmów opracowywania i przetwarzania informacji, niezależnie od jej modalności, może przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania np. tak nowoczesnych technologii medycznych jak np. implant ślimakowy.

W związku z powyższym uznaję temat pracy doktorskiej mgr Magdaleny Baszuk za niezwykle aktualny i ważny. Realizacja badań w ramach pracy doktorskiej umożliwiła ocenę skuteczności treningu „Dr Neuronowski” w usprawnianiu funkcji poznawczych u osób w wieku senioralnym. Niewątpliwie badania przeprowadzone przez Doktorantkę należy zaliczyć do grupy badań nowatorskich. Bardzo ważne jest to, że Doktorantka zastosowała w ocenie efektów terapii nie tylko metody behawioralne, ale również metody elektrofizjologiczne, w tym metody korowych potencjałów wywołanych związanych ze zdarzeniem (ERP) – P300 i MMN.

Hipotezy badawcze przedstawione przez Autorkę rozprawy zostały sformułowane w bardzo trafny sposób oraz świadczą o znakomitej znajomości literatury przedmiotu oraz różnych zagadnień związanych z tematyką rozprawy .

Forma realizacji rozprawy

Rozprawa doktorska mgr Magdaleny Baszuk jest bardzo obszerna i liczy 292 strony. Zawiera 5 rozdziałów, wykaz piśmiennictwa zawierający 367 starannie dobranych pozycji, załączniki oraz spis publikacji, w których Doktorantka jest współautorką.

W rozdziale 1 Autorka rozprawy przedstawiła obszernie zagadnienia dotyczące poznawczego starzenia, treningów poznawczych oraz mechanizmów kompleksowych oddziaływań treningu percepcji czasu na funkcjonowanie poznawcze. W rozdziale 2 przedstawiono cel pracy oraz hipotezy badawcze. Z kolei w rozdziale 3 Doktorantka bardzo obszernie i szczegółowo opisała dobór materiału, diagnostyczne procedury neuropsychologiczne oraz metody elektrofizjologiczne. W rozdziale 4 Doktorantka omówiła w obszerny i szczegółowy sposób uzyskane wyniki przy czym w odniesieniu do każdej grupy wyników dokonała odrębnego i trafnego podsumowania. W rozdziale 5 Doktorantka przeprowadziła wnikliwą, stojącą na bardzo wysokim poziomie merytorycznym dyskusję i podsumowanie uzyskanych wyników. Rozprawa została napisana bardzo poprawną polszczyzną i wyróżnia się dużą starannością edycyjną.

Ocena merytoryczna rozprawy

Realizacja postawionego celu pracy została przeprowadzona w sposób wzorowy. Pani Magdalena Baszuk rozpoczęła swoje rozważania od obszernego przeglądu piśmiennictwa dotyczącego poznawczego starzenia, treningów poznawczych oraz mechanizmów kompleksowych oddziaływań treningu percepcji czasu na funkcjonowanie poznawcze. Zawartość tego

rozdziału potwierdza, że Doktorantka posiada obszerną i nowoczesną wiedzę w zakresie problematyki będącej przedmiotem rozprawy, co stanowi gwarancję tego, że prowadząc własne badania nie powieli badań prowadzonych przez innych badaczy. Bardzo wysoko oceniam opis materiału i metody. Nie wchodząc w szczegóły mogę stwierdzić, że rozdział ten zawiera absolutnie wszystko, co zgodnie ze swoim tytułem powinien zawierać.

Na uznanie zasługuje także realizacja badań własnych. Przyjęta w pracy metodologia posłużyła do przeprowadzenia dużej liczby badań behawioralnych i elektrofizjologicznych. Wyniki przeprowadzonych badań oraz sposób ich opracowania wystawiają doskonałe świadectwo rzetelności i pracowitości Autorki. Na podkreślenie zasługuje fakt, że sesje treningowe odbywały się wyłącznie w Instytucie Biologii Doświadczalnej PAN, co umożliwiało pełną kontrolę ich realizacji.

Opis wyników (z tabelami, wykresami, omówieniami i podsumowaniami) zajmuje w pracy osiemdziesiąt stron. Można zatem stwierdzić, że podjęte zagadnienie naukowe przebadane zostało gruntownie i wszechstronnie.

Rozprawę wieńczy znakomicie przeprowadzona dyskusja oraz wnioski. Doktorantka w tych częściach pracy wykazuje umiejętność krytycznego spojrzenia na swoje własne wyniki naukowe, a także prowadzi bardzo dojrzałą dyskusję konfrontującą wyniki własnej pracy z wynikami prac innych autorów.

Za najważniejsze wyniki Autorki rozprawy uważam:

1. Wykazanie, że program treningowy Dr Neuronowski® usprawnia funkcje poznawcze seniorów, a w szczególności: percepcję czasu, pamięć oraz funkcje wykonawcze.
2. Wykazanie efektu przesunięcia topografii potencjału P300 z okolic ciemieniowych w okolicę czołową.
3. Wykazanie, że autorski wskaźnik obciążenia poznawczego jest czulszą miarą niż amplituda i latencja potencjału P300.
4. Wykazanie, że efekty terapii są stabilne przez okres dwóch miesięcy od zakończenia treningów terapeutycznych.

Jeszcze raz chciałbym podkreślić autokrytycyzm Autorki w odniesieniu do niektórych aspektów własnych badań, jak chociażby liczebności grup badawczych.

Podsumowanie

Podsumowując uważam, że problem naukowy recenzowanej rozprawy, której celem było wykazanie, czy trening „Dr Neuronowski” usprawniania funkcje poznawcze u osób w wieku senioralnym został właściwie rozwiązany przez Autorkę rozprawy przy użyciu odpowiednich narzędzi i metod. Autorka rozprawy odniosła się w swoich wynikach i dyskusji do wszystkich postawionych hipotez badawczych.

Bardzo wysoko oceniam trud Doktorantki w pozyskanie materiału badawczego, wzorcowe przygotowanie stanowisk i procedur badawczych, pozyskanie wyników badań oraz wzorcową ich analizę. Rozprawa wskazuje na znaczny zasób wiedzy Autorki rozprawy doktorskiej w odniesieniu do zagadnień związanych z procesami poznawczymi mózgu oraz metodami ich usprawniania. Opis wybranych zagadnień oraz omówienie i podsumowanie uzyskanych wyników wskazują na doskonałą znajomość piśmiennictwa związanego z tematyką rozprawy, co pozwala Autorce na swobodne poruszanie się w licznych zagadnieniach związanych z pracą. Obszerna i wnikliwa dyskusja wyników badań własnych świadczy również o bardzo dużej samodzielności i dojrzałości naukowej Doktorantki.

Ogólnie, bardzo wysoko oceniam poziom merytoryczny i edycyjny rozprawy. Praca napisana jest znakomitą polszczyzną. Wyniki badań przeprowadzonych przez Doktorantkę pokazują możliwe, nowe kierunki badań i zastosowań klinicznych dotyczących słuchu.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr Magdaleny Baszuk jest oryginalnym i samodzielnym dorobkiem doktorantki i spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. 2023, poz. 742 z póź. zm.), dopuszczające do dalszych etapów postępowania doktorskiego, o co wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Biologii Doświadczalnej Polskiej Akademii Nauk.

Ze względu na wagę podjętego problemu, oryginalność wyników, pionierski charakter badań oraz wskazanie nowych kierunków badawczych, a także możliwych, nowych aplikacji klinicznych, ważnych nie tylko dla dziedziny neuropsychologii czy neurofizjologii, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Baszuk.



prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Krzysztof Kochanek

Warszawa, dn. 08.01.2024

Prof. dr hab. Emilia Łojek
Katedra Neuropsychologii
Wydział Psychologii
Uniwersytet Warszawski
Stawki 5/7 00-183 Warszawa

Rada Naukowa
Instytutu Biologii Doświadczalnej
im. Marcelego Nenckiego
Polskiej Akademii Nauk
ul. Ludwika Pasteura 3
02-093 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Baszuk

Tytuł rozprawy: „*Rola treningu poznawczego w usprawnianiu umysłu seniora - badania neuropsychologiczne i elektrofizjologiczne*”

Promotor I: prof. dr hab. Elżbieta Szelaąg, Pracownia Neuropsychologii IBD PAN

Promotor II: dr hab. Hanna Bednarek, prof. Uniwersytetu SWPS

Wspomaganie funkcjonowania poznawczego seniorów stanowi obecnie bardzo ważne zagadnienie z uwagi na zjawisko powszechnego starzenia się społeczeństw. Na świecie lawinowo przybywa prac naukowych na ten temat. Oferowane metody wspomaganie funkcji poznawczych nie zawsze stanowią przedmiot gruntowych badań, umożliwiających poznanie specyfiki i uwarunkowań ich oddziaływania, skuteczności oraz ewentualnego ryzyka efektów niekorzystnych. Studia na ten temat są niezbędne dla rozwoju nauki i dobra społecznego. Rozprawa doktorska p. Magdaleny Baszuk – poświęcona ocenie neuropsychologicznych i elektrofizjologicznych efektów treningu opartego na doskonaleniu percepcji czasu z zastosowaniem programu *Dr Neuronowski*[®] u seniorów – świetnie odpowiada na powyższe zapotrzebowanie.

Zgodnie z artykułem 187 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce dotyczącym rozpraw doktorskich swoją recenzję koncentruję na ocenie i jej uzasadnieniu w odniesieniu do trzech elementów pracy: ogólnej wiedzy teoretycznej, umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz oryginalności rozwiązania problemu naukowego.

Ogólna wiedza teoretyczna

Rozprawa ta ma charakter interdyscyplinarny, odnosi się głównie do zagadnień z zakresu neuropsychologii oraz neurobiologii i te treści są systematycznie przedstawiane i dyskutowane przez Autorkę w toku całości pracy. W klarowny i wyczerpujący sposób zaprezentowano współczesną wiedzę naukową odnośnie deficytów poznawczych związanych z wiekiem, behawioralnych i mózgowych modeli starzenia się oraz czynników warunkujących pomyślne starzenie się. Dobrze omówiono zagadnienia dotyczące treningów poznawczych dla seniorów, chociaż, przedstawiając przegląd treningów „w ostatnich dekadach”, Autorka zatrzymała się na pracy z roku 2016. Wysoko oceniam podsumowanie poglądów na temat mechanizmów plastyczności procesów poznawczych u seniorów poddawanych treningom w odniesieniu do koncepcji i badań z psychologii oraz neurobiologii. Za niezwykle wartościową uważam także tę część rozprawy, która dotyczyła efektywności

treningów poznawczych w wymiarach; behawioralnym, neurostrukturalnym i elektrofizjologicznym, a także transferu bliskiego i dalekiego tych efektów. Autorka wykazała się tu obiektywizmem i wnikliwością, prezentując nie zawsze spójne wyniki badań na ten temat.

Istotnym odniesieniem teoretycznym dla zrealizowanego projektu badań stanowił model percepcji czasu jako funkcji logistycznej, swoistej matrycy dla innych czynności poznawczych (kontekstowych) oraz koncepcja, że ćwiczenia oparte na usprawnianiu zdolności w zakresie percepcji czasu przyniosą efekty także w zakresie funkcji kontekstowych. Autorka dobrze opisała te zagadnienia, wyjaśniając modele percepcji czasu, wpływ wieku na tę zdolność, jej związek z innymi funkcjami poznawczymi, próby poszukiwania korelatów neurobiologicznych dla percepcji czasu oraz efekty treningów funkcji poznawczych. Opis powyższych zagadnień był niezbędny z uwagi na to, że w każdej grze terapeutycznej programu do ćwiczeń *Dr Neuronowski*[®] wbudowano komponent czasowego przetwarzania informacji w różnych domenach czasowych (tj. dziesiątek i kilkuset milisekund i sekund) (s. 97).

W rozprawie zawarto obszerny przegląd literatury przedmiotu, obejmujący 367 pozycji głównie w językach angielskim i polskim.

Podsumowując, moja ocena ogólnej wiedzy teoretycznej zaprezentowanej w rozprawie przez p. Magdalenę Baszuk jest zdecydowanie pozytywna.

Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Doktorantka podjęła się bardzo ambitnego projektu badawczego, niezwykle wymagającego do realizacji w praktyce. Projekt zakładał dużą wstępną selekcję osób badanych według ostrych kryteriów wykluczających, trzykrotne, rozbudowane pomiary funkcji poznawczych w trzech grupach (przed treningiem, po treningu, po ok. 8 tygodniach po treningu), przeprowadzenie kilkutygodniowych, intensywnych treningów poznawczych dla blisko 50 osób, realizowanych w dwóch grupach, w dwóch ośrodkach (grupa A ćwicząca w ramach programu *Dr Neuronowski*[®] w IBD PAN oraz grupa B - poddawana treningowi edukacyjnemu kontrolnemu na Uniwersytecie SWPS), a ponadto pomiar potencjałów wywołanych związanych ze zdarzeniem (ERP) z zastosowaniem dwóch różnych procedur badawczych.

Wysoko oceniam powyższy schemat badawczy pod względem założeń teoretycznych: dobór grup, treningi, wielokrotne pomiary, rozbudowana ocena funkcji poznawczych i elektrofizjologicznych. Autorce udało się zrealizować ten schemat w wysokim stopniu. Samodzielnie wykonała większość zaplanowanych prac, za co należą się Jej wielkie gratulacje! Wysoko oceniam dbałość Autorki odnośnie selekcji OB., jakości pomiarów, warunków treningów i badań oraz klarowność systematycznie przeprowadzonych analiz wyników. Autorka wykazała się dużą wiedzą teoretyczną oraz metodologiczną z psychologii, neuropsychologii oraz elektrofizjologii.

Autorka przedstawiła także wnikliwą dyskusję nad pozytywnymi efektami treningu, ale także, co istotne, braku takich efektów w odniesieniu do przyjętych złożań teoretycznych oraz specyfikę programu treningowego *Dr Neuronowski*[®]. Za trafne i wartościowe uważam spostrzeżenia Autorki odnośnie badań własnych w kontekście teorii integracyjnego działania mózgu prof. Jerzego Konorskiego. W Dyskusji zabrakło mi jednak ostatecznego powiązania podstaw teoretycznych i badań własnych, ujawniających przemyślenia Autorki na temat relacji pomiędzy funkcjami logistycznymi a kontekstowymi, które były ćwiczone podczas treningu *Dr Neuronowski*[®].

Za kluczowy mankament całego projektu uważam jednak bardzo niską liczbę osób badanych. Zwraca na to uwagę sama Autorka, analizując ograniczenia badań własnych (s. 239-241). Liczebność próby jest jednak bardzo niska już na początku pracy – w preteście

(maksymalnie 23 OB w grupie) i spada drastycznie w pomiarach odroczonej i w badaniu ERP. Pomiar ERP w grupie A obejmuje 6 osób (s. 183 tabl. 44). Przy niskiej liczebności grup rozkłady wyników musiały odbiegać od rozkładu normalnego (niestety brak danych na temat). Należy podkreślić, że Autorka walczy z problemem niskich liczebności, stosując testy nieparametryczne, kontroluje wartości skrajne i nietypowe, podaje mediany, wyniki minimalne i maksymalne, demonstruje rozrzut wyników. Zastrzeżenia musi jednak budzić dwuczynnikowa ANOVA, wymagająca rozkładu normalnego, wykonywana na próbach liczących od 7 do 12 osób w grupie (np. s. 187). Co najważniejsze, niska liczebność próby znacząco osłabia wiarygodność wszelkich wniosków z badań naukowych, nawet jeżeli ostatecznie okazują się one odkrywcze i trafne.

Rezygnacja seniorów z trzymiesięcznego, angażującego czas i siły projektu nie może być niespodzianką. Planując tak rozbudowany projekt, Autorka powinna była przyjąć nawet do 30% wypadnięć w każdym kolejnym etapie z każdej grupy. Jeżeli z uzasadnionych powodów (np. trudna rekrutacja, ograniczenia czasowe projektu, przeciążenie pracą samej Autorki) zwiększenie liczebności próby było niemożliwe do realizacji, to być może należało uprościć schemat całości badań do doktoratu tak, aby doktorantka mogła samodzielnie go udźwignąć.

Do aspektów rozprawy, które można dyskutować należy także hipoteza 4 i analizy wyników z nią związane. H4. brzmiała: „*U osób w wieku senioralnym wystąpi przesunięcie topografii potencjału P300 z obszarów ciemieniowych w okolice czołowe*” (s. 62). Autorka faktycznie odnotowała ten efekt, analizując wyniki 31 osób łącznie (s. 208). Potwierdziło to rezultaty wcześniejszych prac na seniorach, co się chwali, bo wskazuje na rzetelność wyników, ale mija z głównym celem projektu – sprawdzeniem efektywności treningu percepcji czasu. Może należałoby zadać pytanie, czy trening percepcji czasu tego zjawiska kompensacyjnego nie zmieni, nie cofnie? Tym bardziej, że zgodnie z H5 rzeczywiście po treningu *Dr Neuronowski*[®] odnotowano istotny efekt elektrofizjologiczny powiązany z efektami behawioralnymi, czyli związek pomiędzy niższym progiem Czasowego przetwarzania informacji z mniejszą Amplitudą obciążenia poznawczego.

Ponadto w projekcie zabrakło mi sprawdzenia i porównania efektów obu treningów dla jakości życia seniorów. Jak pisze sama Autorka: „...usprawnianie rozdzielczości czasowej hipotetycznego „zegara” neuronalnego (...) w warunkach życia codziennego przekładać się może na efektywniejsze przetwarzanie bodźców eksponowanych w sekwencjach, które nieustannie docierają do naszych narządów zmysłów” (s. 217). To zagadnienie musi jednak poczekać na weryfikację w kolejnych badaniach.

Pomimo powyższych uwag, uważam, że mgr M. Baszuk wykazała się wystarczającymi umiejętnościami samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i moja ocena tego aspektu rozprawy jest ostatecznie pozytywna.

Oryginalność rozwiązania problemu naukowego

Niska liczebność próby ogranicza generalizację wniosków, ale mimo to rozprawa obfituje w rezultaty niewątpliwie inspirujące, oryginalne i wartościowe dla nauki: neuropsychologii, psychologii oraz nauk o starzeniu się mózgu. Praca wnosi wkład do wiedzy o możliwościach powstrzymywania procesu osłabiania się funkcji poznawczych mózgu związanego ze starzeniem. Autorka potwierdziła, że treningi funkcji poznawczych u seniorów mają istotne znaczenie dla sprawności poznawczej osób w podeszłym wieku w wymiarze efektów bliskich, dalekich oraz odroczonej w czasie. Pozytywne efekty w określonych zakresach mogą być obserwowane w przypadku różnych programów treningowych, ale ćwiczenia doskonalące percepcję różnego typu bodźców w czasie mogą być tutaj szczególnie korzystne dla pracy mózgu i przetwarzania informacji przez seniorów. Obiektywnie wykazano, że jednak nie

wszystkie funkcje ulegają poprawie w równym stopniu. Prace na ten temat zdecydowanie powinny być kontynuowane.

Moja ostatnia uwaga dotyczy nie tyle oryginalności rozwiązania problemu naukowego, co jego sformułowania. Autorka pisze: „*Celem niniejszej rozprawy była ocena efektywności programu Dr Neuronowski® ...*” (s. 13). Tak zdefiniowany cel może zapowiadać pracę o charakterze psychometrycznym, skoncentrowaną na narzędziu komercyjnym, w mniejszym stopniu nastawioną na poszukiwanie rozwiązań oryginalnych problemów naukowych. Prace doktorskie skoncentrowane na narzędziach zazwyczaj dotyczą całkowicie nowych, oryginalnych metod pomiaru, a nie nowych populacji, w których stosowana jest znana metoda. Program *Dr Neuronowski®* jako jedno z narzędzi do treningu poznawczego dla dzieci i dorosłych istnieje od lat i Autorka powołuje się na wiele publikacji, w których opisane są efekty jego stosowania. Jak wynika z mojej recenzji powyżej nie mam wątpliwości, że omawiana rozprawa spełnia warunki stawiane oryginalnym pracom naukowym. Właśnie dlatego uważam, że cel omawianej rozprawy powinien być być zdefiniowany inaczej, a mianowicie w odniesieniu do weryfikacji założeń wybranej koncepcji teoretycznej leżącej u podstaw projektu badawczego, a w tym specyficznego narzędzia, które zostało w nim zastosowane.

Kończąc, rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619, 1630). W związku z powyższym, wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Biologii Doświadczalnej o dopuszczenie mgr Magdaleny Baszuk do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.