

Ocena rozprawy doktorskiej Pana mgr. Tomasza Janusa nt.: „Funkcjonowanie poznawcze w warunkach narkozy azotowej. Ocena różnic procesów poznawczych przy ekspozycji na hiperbarię powietrzną w komorze hiperbarycznej i w warunkach podwodnych”

Dysertacja Pana mgr. Tomasza Janusa podejmuje temat o dużym znaczeniu praktycznym, stawia ważne pytania dotyczące funkcjonowania poznawczego i psychomotorycznego osób narażonych na działanie narkozy azotowej w czasie ekspozycji na zwiększone ciśnienie otoczenia. Praca wnikliwie opisuje zagadnienia związane z wpływem narkozy azotowej na funkcjonowanie jednostki, a w części empirycznej skupia się na eksperymentalnych badaniach wybranych procesów poznawczych. Przeprowadzona seria eksperymentów eksploruje rolę różnych warunków otoczenia (komora hiperbaryczna i warunki podwodne), a także próbuje uchwycić specyfikę oddziaływania hiperbarycznego azotu, stosując w warunkach kontrolnych mieszaninę helowo-tlenową niepowodującą narkozy. Przeprowadzone badania cechuje oryginalność, dbałość o trafność ekologiczną, a przede wszystkim o bezpieczeństwo osób badanych. Autor wyraźnie dąży do zdobycia wiedzy, która mogłaby przyczynić się do lepszej ochrony życia i zdrowia osób pracujących w warunkach hiperbarii.

Stronę formalną dysertacji można ocenić jako dobrą, praca jest starannie przygotowana, ma niewielką liczbę literówek (np. kwarenda), tabele i kolorowe ilustracje w załącznikach są czytelne i dobrze objaśnione. Niemniej oczekiwałbym pełniejszej zgodności stylu edycji pracy z aktualnymi standardami APA¹ - wśród drobnych odstępstw od tych reguł można wymienić takie usterki jak: zakończenie tytułu pracy kropką, podział streszczenia na akapity, oznaczenie streszczenia i bibliografii jako numerowanych rozdziałów, słowa kluczowe umieszczone na stronie tytułowej zamiast poniżej streszczenia, brak streszczenia w języku angielskim, powtarzanie już raz wprowadzonych terminów angielskich oraz wydzielanie jako osobnych

¹ Np. Skimlna, E., Harasimczuk, J., Clecluch, J. (2022). *Podstawowe standardy edytorskie naukowych tekstów psychologicznych w języku polskim na podstawie reguł APA 7*. Wydawnictwo Liberi Libri.
<https://doi.org/10.47943/lib.9788363487560>

podrozdziałów pojedynczych krótkich akapitów. Praca składa się z 23 rozdziałów, które omawiają podstawy teoretyczne (w tym przegląd literatury) oraz badania własne Autora; przy czym podział na część teoretyczną i empiryczną pracy nie jest formalnie uwytłumaczony w strukturze dysertacji.

W części teoretycznej Autor dobrze uzasadnia podjęcie tematu pracy - stan narkozy azotowej stanowi czynnik ryzyka dla życia i zdrowia oraz wpływa na efektywność wykonywania zadań przez osoby pracujące w warunkach hiperbarii. Wnikliwie przeprowadzona analiza literatury doprowadziła Autora do identyfikacji luk w dotychczasowej wiedzy. Zauważył m.in. to, że funkcje poznawcze rzadko badane były odpowiednimi testami, a częściej poprzez obserwację i narzędzia do ogólnej oceny funkcjonowania intelektualnego. Autor trafnie wskazał słabości metodologiczne dotychczasowych badań związane m.in. z uogólnianiem wyników eksperymentów prowadzonych z użyciem różnych mieszanin oddechowych, z przenoszeniem wyników uzyskanych w komorze hiperbarycznej na warunki podwodne albo związane z przewidywaniem funkcjonowania poznawczego w narkozie azotowej na podstawie wyników uzyskiwanych w badaniach nad wpływem alkoholu.

Wybierając pamięć, uwagę i funkcje wykonawcze jako obszar badania Autor wskazał przede wszystkim na względy praktyczne – wymienione zdolności są istotne dla bezpiecznego i sprawnego wykonania zadań np. przez pływaka pracującego na znacznej głębokości. Odniósł się także do starannie zebranej literatury na temat wpływu hiperbarii i narkozy azotowej na funkcjonowanie poznawcze. Choć nie było to niezbędne, być może jeszcze więcej argumentów dla wyboru określonych funkcji poznawczych można było znaleźć w literaturze medycznej na temat wpływu narkozy azotowej na mózg człowieka – znając rejony mózgu w pierwszej kolejności podatne na zakłócenie można byłoby zestawiać je z korelatami mózgowymi określonych funkcji poznawczych.

Pomimo generalnie bardzo dobrej oceny przeglądu literatury dokonanego przez Kandydata, uważam, że kilka elementów wymagałoby pewnego dopracowania. Omawiając wybrane czynniki zaburzające proces przeszukiwania (Rozdz. 3.2.2) Autor skupił się na literaturze dotyczącej roli chorób neurodegeneracyjnych, pomijając lub ledwie wspominając o innych - może ważniejszych dla tematu – czynnikach, takich jak: poczucie zagrożenia, zmęczenie, emocje itd. Doktorant niekonsekwentnie przedstawia przerzutność jako funkcję uwagi (str. 26), a potem jako funkcję wykonawczą (str. 32). Wprowadzeniu czym jest uwaga (Rozdz. 3.1) poświęca 4 strony, natomiast na wyjaśnienie czym są funkcje wykonawcze (str. 31) przeznaczona zaledwie 6 linijek tekstu.

Za mało miejsca Doktorant poświęcił także koncepcji uwagi intensywnej i ekstensywnej Aliny Kolańczyk. Głębsza analiza tej teorii mogłaby skłonić do postawienia pytania o zasadność badania trybu uwagi ekstensywnej w specyficznych warunkach hiperbarii. Przyjęciu trybu ekstensywnego sprzyja bowiem motywacja parateliczna, relaks, pozytywny nastrój, brak sprecyzowanego celu działania, tymczasem warunki badania narzucały nastawienie zadaniowe i dyscyplinę w zakresie czasu wykonania testu, czyli były to okoliczności właściwe dla trybu uwagi intensywnej.

W podrozdziałach pt. „Potencjalne obszary badań” oprócz wspomnianego już trafnego określenia luk w literaturze, Autor wskazuje również obszary badań wymagające eksploracji i przedstawia propozycje przezwyciężenia słabości metodologicznych dotychczasowych badań. Analizując krytycznie badania innych autorów często wskazuje na ograniczenia w zakresie trafności ekologicznej. Warto w tym miejscu wspomnieć, że także w części empirycznej pracy widoczna jest dbałość Autora o wysoką trafność ekologiczną własnych badań, na przykład poprzez prowadzenie eksperymentów w ciśnieniu mieszczącym się w granicach obowiązujących limitów głębokości nurkowania. Autor wielokrotnie zwraca uwagę na rolę lęku i stresu obecnych w warunkach ekspozycji na hiperbarię, podkreśla, że roli tego czynnika nie można zaniedbywać podczas interpretacji wyników badań.

Dogłębna analiza literatury zaowocowała kilkoma trafnymi decyzjami dotyczącymi programu badawczego uzupełniającego luki w dotychczasowej wiedzy. Autor słusznie wskazał na potrzebę zastosowania w warunkach kontrolnych mieszaniny oddechowej helowo-tlenowej niepowodującej narkozy, tak aby kontrolując warunki środowiskowe i poziom stresu, zbadać izolowany wpływ jednego czynnika (narkozy). Biorąc pod uwagę stany emocjonalne wywoływane przez specyficzną sytuację, trafnym wnioskiem było także zaproponowanie wprowadzenia jako zmiennej niezależnej wartości emocjonalnej materiału do zapamiętania (tzw. efekt pamięci zależnej od nastroju).

Prezentując własne badania Autor rzetelnie omówił stosowane przez siebie narzędzia badawcze oraz warunki prowadzenia badań i ich procedurę. Eksperymenty w komorze hiperbarycznej i pod wodą były poważnym wyzwaniem technicznym i logistycznym, wiązały się z opracowaniem złożonej procedury, z ograniczoną dostępnością osób badanych, wymagały współpracy całego zespołu specjalistów (lekarzy, instruktorów). Wszystkie te obiektywne trudności sprawiły, że Autor nie mógł zrealizować swojego programu badawczego z zachowaniem wszystkich standardów metodologicznych. Jestem pełen podziwu dla odwagi Kandydata i jego próby zmierzenia się z tak trudnym zadaniem - rozumiejąc napotkane

trudności, muszę jednak wskazać ograniczenia metodologiczne przeprowadzonych eksperymentów.

Moją najpoważniejszą wątpliwość budzi sposób przedstawienia hipotez. Wszystkie hipotezy zostały sformułowane wyłącznie poprzez ich operacjonalizację. Zasadniczym celem badań jest jednak weryfikacja hipotez dotyczących konstruktów teoretycznych, a nie samych testów, które służą pomiarowi zmiennych. Ponadto część hipotez została sformułowana jako stwierdzenia o braku różnic, czego nie należy robić w przypadku klasycznego podejścia do testowania hipotez. Nie da się bowiem w takim podejściu potwierdzić tych hipotez - można jedynie ich nie odrzucić. Ewentualnym usprawiedliwieniem dla takiego sformułowania hipotez mogłaby być duża moc statystyczna testów, pozwalająca na wykrycie nawet bardzo małego efektu, co oczywiście wiązałoby się z badaniem dużo większej próby. Wnioskowanie na temat prawdopodobieństwa hipotezy zerowej uprawnione jest natomiast w tzw. podejściu bayesowskim, gdzie czynnik Bayesa informowałby o tym ile razy bardziej hipoteza zerowa (o braku różnic) jest bardziej prawdopodobna od alternatywnej.

Wśród zoperacjonalizowanych hipotez (Rozdz. 15.2) zabrakło hipotezy dotyczącej relacji między wykonaniem CTT-2 i CTT-1 (tzw. wskaźnik zakłóceń), która jest istotnym miernikiem sprawności funkcji wykonawczych. Część druga CTT wymaga naprzemiennych reakcji, w założeniu angażujących funkcje wykonawcze przełączania i hamowania - różnica czasu wykonania pierwszej i drugiej części pozwala więc na bardziej selektywne szacowanie sprawności tych funkcji z pominięciem innych, takich jak np. szybkość psychomotoryczna. Autor zrezygnował także z postawienia hipotez dotyczących interakcji walencji emocjonalnej zapamiętywanego materiału z warunkami badania. Samo pokazanie, że słowa o określonej walencji są gorzej pamiętane w danych warunkach, a słowa o innej walencji nie są istotnie gorzej pamiętane, nie przesądza jeszcze o tym, że walencja emocjonalna słów jest istotnym czynnikiem. Proponowałbym raczej sprawdzenie za pomocą analizy wariancji czy występują tzw. efekty główne: walencji słów (pozytywna / neutralna / negatywna) i warunków (hiperbaria / normobaria) oraz efekt interakcji między tymi dwoma czynnikami. Mając na uwadze tzw. efekt pamięci zgodnej z nastrojem można było przewidywać poprawę pamięci dla słów pozytywnych w stanie euforii wywołanej narkozą azotową lub poprawę pamięci słów negatywnych w stanie lękowym poprzedzającym „zanurzenie”.

Jak Kandydat sam zauważył, grupy: kontrolna-normobaryczna (studenci i psychologowie), eksperymentalna hiperbaryczna poddana narkozie azotowej (płetwonurkowie) i kontrolna hiperbaryczna oddychająca mieszką niepowodującą narkozy (żołnierze wojsk specjalnych) znacznie różniły się między sobą. Te różnice między grupami

sprawiają, że porównania wykonania przez te grupy testów poznawczych stają się mniej wiarygodne jako sprawdzian efektów warunków otoczenia i narkozy. Przynajmniej w badaniach oznaczonych jako Pretest 3, 4, 5, które w istocie stanowiły grupy kontrolne badane w normalnych warunkach, powinny się znaleźć osoby z tej samej populacji, co badani w grupie eksperymentalnej. Zatem dysponując określoną liczbą osób mogących wziąć udział w badaniu w warunkach hiperbarii, powinny być one losowo przydzielane do grupy kontrolnej normobarycznej i eksperymentalnej hiperbarycznej.

Autor sam podkreśla istotne znaczenie stresu i lęku dla funkcjonowania poznawczego w warunkach hiperbarii – tymczasem jedna z grup kontrolnych (żołnierze wojsk specjalnych) najprawdopodobniej w znacznym stopniu różniła się od pozostałych grup odpornością na stres/lęk. Ponadto wszystkie grupy były zdecydowanie za mało liczne i dawały możliwość rzetelnego uchwycenia tylko dużych efektów (wielkości efektu ustalone przez Autora jako „krytyczne” przy mocy 0.80, we wszystkich badaniach przekraczały wartość $f = 0,40$, określaną jako duży efekt).

Dobór i niewystarczająca liczebność prób miały istotne uzasadnienie względami praktycznymi, nie zmienia to jednak faktu, że wartość wyników uzyskanych w ten sposób pozostaje ograniczona. Należy podkreślić przy tym, że słabość metodologiczna wynikająca z małej liczebności próby dotyczy zdecydowanej większości badań prezentowanych w literaturze przedmiotu. W przypadku badań przedstawionych w dysertacji - po fakcie - można stwierdzić, że lepsze byłoby zawężenie ich zakresu do mniejszej liczby funkcji poznawczych i uzyskanie w ten sposób większej liczby badanych poddanych jednemu testowi (tzn. zamiast połowy badanych wykonujących testy CTT i połowy testy uwagi, wszyscy mogli wykonywać tylko CTT albo tylko test uwagi intensywnej).

W odniesieniu do zastosowanego w badaniu pamięci materiału i procedury, wydaje się, że listy A i B były tworzone z zamiarem uzyskania dwóch równoważnych list, czemu służyło losowe przydzielanie słów do każdej z nich. W standardowych procedurach z wykorzystaniem dwóch równoległych wersji testu (lista A i B) losowo przydziela się każdą z nich połowie badanych, następnie jednak wyniki oblicza się dla obu podgrup łącznie. Zatem w zaprezentowanych w dysertacji badaniach pamięci lepiej byłoby przedstawiać wyniki łączne dla list A i B zamiast traktować je jak osobne badania. Zmiennymi, których wpływ powinien być analizowany były kolejność prezentacji i warunki ciśnienia, natomiast to, czy była to lista A czy B było drugorzędną kwestią, bo listy te w zamierzeniu miały być równoważne. Konsekwencją planu badawczego z dwoma listami traktowanymi osobno jest to, że ta sama hipoteza dotycząca deficytu pamięci długotrwałej w warunkach narkozy azotowej była

testowana dwa razy – raz w badaniu „a” i drugi raz w badaniu „b” – co wymagałoby korekty poziomu α (istotny wynik nie jest przy $p < 0.05$, lecz $p < 0.025$).

Ponadto, w odniesieniu do materiału stosowanego w teście pamięci, należało kontrolować lub przynajmniej opisać, oprócz znaku emocji i długości słów, także inne dostępne parametry mogące mieć związek z łatwością zapamiętywania (np. wyobrażalność, abstrakcyjność-konkretność, pobudzenie, częstość występowania słów). Baza NAWL dostarcza informacji o tych parametrach (ewentualnie można było skorzystać z innej dostępnej bazy²). Bez kontroli tych parametrów mogłoby się zdarzyć, że do grupy słów o określonej walencji przypadkowo trafiło więcej słów częstych lub konkretnych, a wówczas to nie tylko emocjonalne zabarwienie słów, ale także ich częstość lub konkretność w znacznym stopniu decydowałyby o wynikach testu pamięci.

Porównanie między grupą kontrolną (normobaryczną) a eksperymentalną pod względem wykonania testów pamięci jest problematyczne nie tylko z powodu różnic między osobami badanymi, ale także dlatego, że grupa kontrolna wszystkie etapy badania pamięci (kodowanie i wydobywanie) wykonywała w tych samych warunkach, natomiast w przypadku grupy eksperymentalnej warunki zmieniały się (m.in. ciśnienie i poziom stresu), czyli warunki kodowania różniły się od warunków odpamiętywania, co samo w sobie mogło powodować pogorszenie wyników (tzw. *state-dependent memory*). Nie wiemy czy to narkoza azotowa, czy zmiany warunków obniżyły wykonanie, czy oba czynniki równocześnie. Na szczęście w przypadku porównań z grupą kontrolną hiperbaryczną (helioksową) ta zmienna zakłócająca przestaje mieć znaczenie.

W ostatnim z zaprezentowanych w dysertacji badań, prowadzonym w warunkach podwodnych, wybór jako głównego narzędzia testu CTT, dla którego podstawową miarą wykonania jest szybkość, nie był najszcześliwszy biorąc pod uwagę specyfikę badań podwodnych ograniczających swobodę ruchu. Pojawia się pytanie, czy uwaga lub funkcje wykonawcze są rzeczywiście zaburzone w warunkach podwodnych w porównaniu do komory hiperbarycznej, czy po prostu warunki środowiskowe są trudniejsze dla sprawnego wykonania samego testu? Zatem konkluzja z tego badania musi zostać zawężona do konkretnego narzędzia i warunków jego zastosowania, nie da się natomiast na jego podstawie niczego orzec o funkcjonowaniu poznawczym. Badanie podwodne można zatem potraktować jedynie jako pilotaż, który pokazał, że test CTT w opisanej formie nie nadaje się do wykorzystania w tych

² Na przykład: Imbir, K. (2016). Affective Norms for 4900 Polish Words Reload (ANPW_R): Assessments for valence, arousal, dominance, origin, significance, concreteness, imageability and age of acquisition. *Frontiers in Psychology*, 7, 1081.

warunkach, chyba że grupa kontrolna będzie wykonywać ten test w takim samym środowisku wodnym, ale przy niewielkim zanurzeniu.

Na koniec chciałbym podkreślić, że Autor jest świadomy (prawie) wszystkich ograniczeń metodologicznych swojej pracy i prowadząc badania nabył dużo doświadczenia i zaproponował szereg kroków, które w przyszłych badaniach mogłyby wyeliminować większość z tych ograniczeń. Wskazane słabości metodologiczne nie przekreślają wartości przeprowadzonych badań, ich wkład w dziedzinę psychologii stosowanej i psychologii poznawczej jest znaczący i oryginalny. Autor formułuje ważne wnioski i propozycje praktyczne wykorzystania wyników swoich badań w celu zwiększenia bezpieczeństwa i efektywności wykonywania zadań przez osoby pracujące w specyficznych warunkach hiperbarii i narkozy azotowej.

Podsumowując, rozprawa podejmuje oryginalny i istotny z naukowego i praktycznego punktu widzenia problem dotyczący wpływu narkozy azotowej na funkcjonowanie poznawcze. Podobne badania są – ze względu na swoją złożoność techniczną – bardzo rzadko podejmowane w literaturze, a przy tym są bardzo cenne dla osób pracujących w warunkach hiperbarii i dla psychologii jako nauki stosowanej. Część teoretyczna rozprawy świadczy o rozległej wiedzy kandydata dotyczącej tematyki pracy, ukazuje dobrą orientację w literaturze przedmiotu i umiejętność krytycznej jej analizy. Część empiryczna, pomimo wszystkich ograniczeń metodologicznych, które wynikały głównie z trudności prowadzenia badań w warunkach hiperbarii, świadczy o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata. Zaprezentowana w rozprawie dyskusja przeprowadzonych badań i wskazanie w niej sposobów przezwyciężenia trudności metodologicznych ostatecznie przekonały mnie do jednoznacznie pozytywnej opinii na temat ocenianej pracy. Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska Pana mgr. Tomasza Janusa pt.: „Funkcjonowanie poznawcze w warunkach narkozy azotowej. Ocena różnic procesów poznawczych przy ekspozycji na hiperbarię powietrzną w komorze hiperbarycznej i w warunkach podwodnych” spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w związku z czym wnoszę o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Marek Nieznański



