

## STRESZCZENIE

Badania w ramach neuronauki poznawczej jak dotąd pozwoliły zidentyfikować kilka neurofizjologicznych predyktorów zdolności poznawczych, w tym: ilość i rozmieszczenie istoty szarej w korze mózgowej (Colom i in., 2009; Santarnecchi i in., 2017), integralność włókien podkorowych (Clayden i in., 2017; Pineda-Pardo i in., 2016), metabolizm mózgu (Neubauer i Fink, 2009), a także czasowe i przestrzenne wzorce aktywności mózgu (Finn i in., 2015; Schultz i Cole, 2016). W szczególności powiązано zdolności poznawcze z charakterystykami widmowymi sygnału M/EEG (Gągor i in., 2018; Pahor i Jaušovec, 2014; Palva i in., 2010), w tym z aktywnością oscylacyjną w różnych pasmach częstotliwości. Głównym celem mojej rozprawy było dalsze badanie oscylacyjnych predyktorów inteligencji płynnej w ludzkim mózgu.

W pierwszym z moich badań skupiłem się na paśmie alfa. Dowody na związek między indywidualną częstotliwością alfa (IAF) a zdolnościami poznawczymi (ogólną inteligencją) w literaturze były niejednoznaczne, a rola rytmu alfa w kształtowaniu funkcji poznawczych była przedmiotem dyskusji. Z jednej strony, kompleksowe badanie Grandy'ego i in. (2013) sugerowało, że IAF jest powiązany z wydajnością poznawczą. Z drugiej strony, w kilku badaniach o dużej mocy odnotowano brak związku między IAF a funkcjami poznawczymi (Posthuma i in., 2001; Smit i in., 2006). Dlatego pytanie, czy IAF jest związane z inteligencją, czy też nie, pozostawało kwestią otwartą. Aby odpowiedzieć na to pytanie, zarejestrowano dane elektroencefalograficzne (EEG) 153 uczestników podczas trzech sesji stanu spoczynku, sesji czujności i zadania wzrokowej pamięci krótkotrwałej. Korzystając z tych danych, dla każdego uczestnika obliczono sześć wartości IAF. Uczestnicy wykonali również baterię 17 testów mierzących cztery główne wymiary zdolności poznawczych: inteligencję płynną, pamięć roboczą, dyskryminację wzrokową i szybkość przetwarzania. Dane jednoznacznie sugerowały, że nie ma rzetelnej korelacji między IAF a trzema z czterech głównych wymiarów zdolności poznawczych: inteligencją płynną, pamięcią roboczą i dyskryminacją wzrokową. Tylko dla szybkości przetwarzania zaobserwowano istotną korelację z IAF. Co ważne, wyniki te potwierdzono przy użyciu niezależnego zbioru ( $N = 94$ ) danych magnetoencefalograficznych (MEG). Podsumowując, zgodnie z moimi badaniami, podczas

gdy wyższy IAF przekłada się na to, że mózg działa szybciej, nie ma jednak związku z poziomem inteligencji. Badanie to rozjaśnia dotąd niejednoznaczny związek między częstotliwością dominującego rytmu alfa u danej osoby a jej funkcjonowaniem poznawczym.

W drugim badaniu rozszerzyłem swoje poszukiwania oscylacyjnych podstaw płynnej inteligencji do czterech głównych pasm częstotliwości: delta, theta, alfa i beta, szukając ich związków ze zdolnościami poznawczymi. W istniejącej literaturze dowody na to, czy płynna inteligencja jest związana ze zwiększoną albo zmniejszoną aktywnością mózgu są ograniczone głównie do pasm alfa i beta (7–30 Hz). W związku z tym, w tej części pracy analizowałem także pasma delta i theta (1–7 Hz), ponieważ te dwa wolniejsze rytmy były rzadko dotąd badane. Dotychczasowe badania pokazują, że oscylacja delta odgrywa rolę w funkcjonowaniu pamięci roboczej (Leszczyński i in., 2015) oraz w inteligencji płynnej (Gałol i in., 2018). Rytm theta został powiązany z kontrolą przetwarzania poznawczego (Canolty i in., 2006) oraz inteligencją (Schubert i in., 2021; Doppelmayr i in., 2005).

Aby wyjaśnić relacje między inteligencją płynną a aktywnością mózgu w czterech wyżej wymienionych pasmach, u 160 młodych, zdrowych badanych zarejestrowano dane EEG podczas rozwiązywania testu zaawansowanych matryc Ravena. Na podstawie zebranych danych każdej osobie obliczono moc poszczególnych pasm oraz wyznaczono indywidualną wolną częstotliwość, która zmieniała swoją moc w zależności od trudności zadania.

Moc pasma delta pozytywnie korelowała z inteligencją płynną. Dokładniej, wysokiej inteligencji płynnej towarzyszyła wyższa aktywność mózgu stosunkowo niskiej indywidualnej częstotliwości wolnego rytmu (2-3 Hz). Zależność ta występowała tylko u mężczyzn i nie replikowała się dla pojemności pamięci roboczej. Dodatkowo ujemne zależności między aktywnością alfa i niską beta a inteligencją płynną, po odfiltrowaniu aktywności związanej z interwałami bezczynności, potwierdziły hipotezę o sprawności neuronalnej i dotyczyły również pamięci roboczej. Moc pasma theta nie była związana z inteligencją płynną. Łącznie aktywność mózgu w pasmach delta, alfa i beta wyjaśniła 22,6% wariacji inteligencji płynnej.

Podsumowując, niniejsza rozprawa wyjaśnia relację pomiędzy IAF oraz pasmami delta, theta, alfa i beta a inteligencją płynną, sugerując, że moc pasm delta, alfa i niska beta stanowią istotne predyktory wydajności poznawczej w ludzkim mózgu. Jednocześnie aktywność theta wydaje się niezwiązana z inteligencją płynną, podczas gdy IAF ma znaczenie tylko dla szybkości

przetwarzania. W rozprawie zaproponowano również nową koncepcję indywidualnej częstotliwości wolnego rytmu, którą należy uznać za jeden z predyktorów inteligencji płynnej u mężczyzn, prawdopodobnie odzwierciedlając częstotliwość podstawowego ciemieniowo-czołowego cyklu mózgowego koordynującego rozwiązywanie problemów wymagające rozumowania abstrakcyjnego. Wszystkie te wyniki zapewniają nowy i oryginalny wgląd w neuronalne mechanizmy oscylacyjne leżące u podstaw indywidualnych różnic w zdolnościach poznawczych człowieka. Ta nowa wiedza otwiera nowe możliwości zarówno w zakresie badania, jak i wzmacniania funkcji poznawczych człowieka w mózgu.