

Dynamika neuronalna leżąca u podłoża rozumowania relacyjnego – streszczenie popularnonaukowe

Przetwarzanie *relacji* to kluczowa zdolność poznawcza człowieka, przekształcającą natłok napływających informacji w spójne struktury umysłowe, które pomagają nam zrozumieć świat fizyczny i społeczny. Relacje pozwalają na elastyczność i produktywność ludzkiego myślenia, tak ważne w pracy, nauce, technologiach czy sztuce. Procesy umysłowe odpowiedzialne za odkrywanie i używanie reprezentacji relacyjnych są zwane *rozumowaniem relacyjnym* i są badane za pomocą złożonych zadań takich jak wnioskowanie o macierzach czy analogie. Osobnicza skuteczność w radzeniu sobie z tego typu zadaniami jest silnie powiązana z tzw. inteligencją płynną, albo inaczej *sprawnością rozumowania* (zwaną także czynnikiem *gf* – od *general fluid*). Także prostsze zadania, na przykład obserwowanie ciągle zmieniającej się macierzy liczb o wymiarze 3×3 i decydowanie czy trzy liczby w jednym rzędzie albo jednej kolumnie kończą się tą samą cyfrą, są równie dobrymi miarami sprawności rozumowania. Badania własne autora pokazały, że tworzenie w umyśle nawet jednego trywialnego powiązania, takiego jak dostrzeżenie, że relacja przechodnia $A < B$ jest tym samym co relacja $B > A$, także angażuje silnie sprawność rozumowania. Tak proste relacje mogą obciążać inteligencję płynną ze względu na różnice międzypersonalne w funkcjonowaniu mechanizmów odpowiedzialnych za dynamiczne tworzenie, odświeżanie i usuwanie *tyczasowych wiązań* kluczowych dla bieżącego zadania.

Pomimo stulecia badań, precyzyjne mechanizmy neuropoznawcze leżące u podłoża rozumowania relacyjnego nie zostały jeszcze odkryte. Chociaż wczesne badania donosiły o ujemnym związku pomiędzy sprawnością rozumowania a różnorodną aktywnością mózgu (mierzoną za pomocą elektroencefalografii, EEG, oraz funkcjonalnego obrazowania rezonansem magnetycznym, fMRI), sugerując, że „inteligentnym mózgom” wystarcza zaangażowanie małej ilości optymalnie zarządzanych zasobów poznawczych, aby wykonać trudne zadanie, to nowsze prace ujawniły złożone interakcje neuronalnych markerów rozumowania z takimi czynnikami jak złożoność zadania wymagającego rozumowania, jego przebieg czasowy, a także badane regiony mózgu. Niniejszy projekt badawczy ma na celu wszechstronne przebadanie dynamiki jednego z markerów EEG – indeksu oddziaływania na siebie oscylacji neuronalnych o różnej częstotliwości zwanego sprzężeniem fazy i amplitudy (*phase-amplitude coupling*, PAC), który odzwierciedla to jak silnie mózgowy rytm o niskiej częstotliwości moduluje moc oscylacji neuronalnych o wyższej częstotliwości. Poszukujemy wzorców PAC pojawiających się podczas wykonywania prostych testów rozumowania relacyjnego kładących nacisk na czasowe wiązanie kluczowych informacji przez osoby badane.

Projekt obejmuje trzy badania. Badanie 1 polega na pomiarze EEG z dużą rozdzielczością przestrzenną w dwóch niezależnych sesjach pomiarowych. Badanie 2 uwzględnia śledzenie ruchów gałek ocznych, a także sprawdzenie efektów różnicowania złożoności podawanych zadań. Na końcu, jako że wstępne badania wskazują na to, iż przezczaszkowa stymulacja prądem zmiennym (*transcranial alternating current stimulation*, tACS), która indukuje słaby prąd na czaszce synchronizujący oscylacje neuronalne, jest w stanie poprawiać rozumowanie, Badanie 3 nakieruje stymulację na mechanizm sprzężeń zidentyfikowany w Badaniach 1 oraz 2. Szczegółowe cele obejmują: sprawdzenie, czy wzorce PAC w okolicach czołowych i ciemieniowych są czy nie są odmiennie powiązane ze sprawnością rozumowania, ocena rzetelności PAC w reteleście (czy PAC może stanowić swoistą cechę mózgu?), obserwację potencjalnych związków pomiędzy wzorcami PAC a ruchami gałek ocznych, sprawdzenie czy PAC powiązany ze sprawnością rozumowania bezpośrednio odpowiada procesom rozumowania, czy to bardziej ogólny marker mózgowy, oraz próba podniesienia poziomu inteligencji płynnej dzięki stymulacji siły sprzężeń o odpowiednich częstotliwościach.

Inteligencja, a szczególnie sprawność rozumowania, jest zmienną psychologiczną pozwalającą przewidywać zachowanie ludzi w wielu dziedzinach, takie jak sukces w szkole czy pracy, dochód oraz status społeczny, zdrowie i długowieczność. Poprzez odkrycie neurofizjologicznego podłoża zdolności i procesów odnoszących się do ludzkiego rozumowania relacyjnego, niniejszy projekt pomoże zrozumieć dynamikę procesów neuronalnych leżących u podłoża tego rozumowania. Zaawansowane metody i uproszczone testy rozumowania otwierają nowe perspektywy dla badania neuropoznawczych mechanizmów rozumowania. Tym samym projekt może przynieść nową wiedzę w zakresie psychologii poznawczej i neuronauki. Będzie miał także wpływ na psychologię różnic indywidualnych, dzięki rozjaśnieniu pojęcia inteligencji. Wyniki mogą mieć także zastosowanie w innych dyscyplinach nauk społecznych, przekładając się na nowe sposoby diagnozy i wspomaganie zdolności poznawczych w kontekstach klinicznych, rozwojowych i edukacyjnych.

Jeśli badania zakończą się pomyślnie, ich rezultaty obejmą: precyzyjne określenie sprzężeń oscylacji związanych z przetwarzaniem relacji; wyjaśnienie w jaki sposób poziom inteligencji zależy od osobniczej dynamiki oscylacji neuronalnych, tak jak oddaje ją PAC; użycie nowych testów relacji i śledzenie ruchów gałek ocznych do potwierdzenia, że owe sprzężenia odzwierciedlają wiązanie elementów relacji; oraz możliwe wspomaganie rozumowania relacyjnego dzięki odpowiednio nakierowanej stymulacji mózgu. Mówiąc krótko, możemy być w stanie dowiedzieć się, co robią nasze mózgi gdy my wykonujemy zadania wymagające ustrukturyzowanego myślenia i rozumowania, oraz dlaczego jedni ludzie radzą sobie z tymi zadaniami świetnie, podczas gdy inni wykazują znaczną trudność.