

## **Neuronalne podstawy świadomości wzrokowej badane za pomocą przezczaszkowej stymulacji magnetycznej**

W pracach zawartych w niniejszej rozprawie wykorzystano przezczaszkową stymulację magnetyczną (TMS) do badania zaangażowania wybranych obszarów mózgu w proces powstawania sądów dotyczących świadomości wzrokowej. TMS to nieinwazyjna metoda stymulacji mózgu, za pomocą której można tymczasowo wpłynąć na aktywność wybranego obszaru mózgu. Rozprawa składa się z trzech opublikowanych artykułów naukowych. Pierwszy, teoretyczny artykuł, omawia ograniczenia wnioskowania przyczynowego opartego na zastosowaniu TMS i zawiera wskazówki dotyczące sposobu radzenia sobie z tymi ograniczeniami, szczególnie w kontekście repetytywnej TMS (rTMS). Artykuły drugi i trzeci przedstawiają badania eksperymentalne przeprowadzone w schemacie wewnątrzgrupowym. W ich trakcie stymulowano różne obszary mózgu u zdrowych osób w celu zbadania wpływu TMS na sądy dotyczące świadomości wzrokowej i trafność metapoznawczą: zdolność do adekwatnej oceny własnej percepcji.

W przeciwieństwie do metod neuroobrazowania, TMS może wpływać na aktywność komórek nerwowych, co czyni go cennym narzędziem wnioskowania przyczynowego. W pierwszym artykule omówiono możliwości wykorzystania TMS do analizy związków przyczynowych między obszarami mózgu a ich funkcjami. Artykuł przedstawia krytyczną ocenę zakresu, w jakim można dokonywać wnioskowania przyczynowego na podstawie danych z rTMS. Podkreśla, że poleganie wyłącznie na danych rTMS nie zapewnia wystarczających podstaw do formułowania silnych wniosków na temat przyczynowych własności zmiany pobudliwości stymulowanych obszarów mózgu. W artykule zaproponowano strategię radzenia sobie z ograniczeniami rTMS, takie jak łączenie stymulacji z technikami neuroobrazowania i uwzględnienie odpowiednich warunków kontrolnych. Stwierdzono, że konkluzywność wniosków wyciąganych z badań rTMS w dużej mierze zależy od planu eksperymentalnego, a rTMS nie zawsze może być odpowiednią metodą poszukiwania odpowiedzi na pytania dotyczące powiązań przyczynowo-skutkowych. Artykuł ten jest przeznaczony dla osób, które chcą zaprojektować badania rTMS lub na ich podstawie prowadzić wnioskowanie przyczynowe.

Drugi artykuł dotyczy zaangażowania kory przedczołowej (PFC) w procesy leżące u podstaw świadomości wzrokowej. Podczas gdy niektóre teorie świadomości podkreślają znaczenie PFC dla powstawania świadomości wzrokowej (np. teorie świadomości wyższego rzędu), wielu badaczy twierdzi, że aktywność PFC nie jest niezbędna. Przypuszcza się również, że PFC jest ściśle związana z metapoznaniem.

Z tego powodu w pierwszym badaniu zbadano rolę PFC w powstawaniu sądów dotyczących świadomości wzrokowej, porównując trzy różne protokoły rTMS zastosowane do lewej przedniej przyśrodkowej kory przedczołowej (aMPFC) – obszaru mózgu związanego z metapoznaniem, w celu wywołania efektów przypominających neuroplastyczność. W badaniu wykorzystano trzy różne protokoły stymulacji theta-burst (TBS), a mianowicie ciągłą TBS (cTBS), przerywaną TBS (iTBS) i kontrolną TBS. Każdy protokół TBS stosowano przed testami behawioralnymi obejmującymi procedurę komputerową z zadaniem identyfikacji bodźców wzrokowych i oceną świadomości wzrokowej. Wyniki wskazują, że zastosowanie cTBS prowadzi do wyższej trafności metapoznawczej niż kontrolna TBS. Efekt ten wiązał się z niższymi ocenami świadomości wzrokowej w przypadku nieprawidłowych odpowiedzi. Nie zaobserwowano istotnych różnic między warunkami TBS pod względem poprawności wykonywania zadania identyfikacji ani czasów odpowiedzi (RT).

Trzeci artykuł dotyczy toczącej się w środowisku badaczy świadomości dyskusji na temat wpływu informacji pozapercepcyjnych na sądy dotyczące świadomości wzrokowej. Przedstawia badanie, w którym sprawdzano, czy stymulacja pierwszorzędowej kory ruchowej (M1) około pół sekundy po prezentacji bodźca z wykorzystaniem techniki stymulacji pojedynczymi impulsami TMS (spTMS) może służyć jako dowód pozapercepcyjny w procesie akumulacji dowodów i w konsekwencji wpływać na sądy dotyczące świadomości wzrokowej. W badaniu testowano również, czy amplituda ruchowego potencjału wywołanego (MEP) spTMS może odzwierciedlać ilość zgromadzonych dowodów percepcyjnych. W badaniu postawiono hipotezę, zgodnie z którą zastosowanie spTMS do M1 prowadzi do wyższych ocen świadomości wzrokowej w porównaniu z warunkiem kontrolnym. Założono również, że amplitudy MEP będą reprezentować ilość zgromadzonych dowodów. Procedura eksperymentalna składała się z spTMS oraz procedury komputerowej, obejmującej ocenę świadomości wzrokowej i zadanie identyfikacji bodźców wzrokowych. Wyniki wykazały, że w próbach zgodnych (w których dłoń, z której wykorzystaniem udzielano odpowiedzi w zadaniu identyfikacji, odpowiadała dłoni, której reprezentację stymulowano w warunku M1) zaobserwowano wyższe oceny świadomości wzrokowej oraz dłuższe RT w zadaniu identyfikacji. Dodatkowo niezależnie od zgodności, zaobserwowano dłuższe RT dla ocen świadomości wzrokowej w warunku M1 w porównaniu z warunkiem kontrolnym, co potencjalnie wskazuje na włączanie dodatkowych dowodów w procesie akumulacji dowodów. Nie zaobserwowano istotnych różnic między warunkami w odniesieniu do trafności metapoznawczej. Ponadto amplitudy MEP były powiązane z ocenami świadomości wzrokowej i wykazywały wyższe wartości w próbach zgodnych, co sugeruje, że MEP może służyć jako pośrednia miara procesu akumulacji dowodów.

Podsumowując, rezultaty niniejszych badań wskazują, że zarówno aMPFC, jak i M1 mogą przyczyniać się do formowania oceny świadomości wzrokowej. Kluczowe jest jednak uwzględnienie ograniczeń stosowanych metod, zwłaszcza TMS, oraz złożonej natury badanych procesów.