

Streszczenie popularno-naukowe

Celem naszego projektu „Electrophysiological Discharges of Neuronal Assemblies” (elektro DNA) jest rozszyfrowanie kodu ludzkiej pamięci na poziomie wyładowań elektrycznych szybkich i wolnych fal mózgowych. Szybkie fale mózgowe zwane pofalowaniami można rejestrować za pomocą specjalnych elektrod jako wyładowania sieci neuronowych w skali mikrometrowej, podczas gdy wolne fale, takie jak fale alfa lub theta, pojawiają się jako napady zsynchronizowanych wyładowań w większych populacjach neuronów w momencie tworzenia się naszej pamięci, następnie przechowywania i w końcu przywoływania, gdy zapamiętujemy nazwy lub lokalizacje w naszych codziennych doświadczeniach. Ślady pamięciowe każdego doświadczenia są zachowywane w mózgu w postaci tak zwanych engramów połączonych neuronów, a wyładowania fal mózgowych mają odzwierciedlać, kiedy i gdzie w mózgu są one aktywne.

Aby zbadać te wyładowania i napady szybkich i wolnych fal mózgowych, wykorzystamy nagrania pacjentów z padaczką, którym wszczepiono specjalne elektrody i najnowocześniejsze urządzenia w celu leczenia lekoopornych napadów padaczki. Aktywność elektryczna mózgu jest stale rejestrowana, gdy pacjenci wykonują komputerowe zadania polegające na zapamiętywaniu słów i lokalizacji podczas pobytu w szpitalu lub zdalnie z domu, dzięki możliwościom technologicznym nowych implantowanych urządzeń. W końcowej fazie projektu nowo implantowani pacjenci w Polsce i Czechach będą regularnie wykonywać zadania z użyciem gogli rzeczywistości rozszerzonej (Augmented Reality), aby śledzić ich wykonywanie oraz badać wyładowania i napady fal mózgowych podczas sprawdzania pamięci. Będzie to częścią naszej międzynarodowej współpracy między naszymi zespołami neurologów, inżynierów i klinicystów.

W ciągu trzech lat realizacji tego projektu skupimy się najpierw na analizie unikalnych zestawów danych zebranych w ramach naszej współpracy w USA, Czechach i Polsce. Obejmuje to kilkuletnie ciągłe nagrania fal mózgowych z pięciu pacjentów Mayo Clinic, którym zaimplantowano specjalny system urządzeń, który umożliwił regularne wykonywanie zadań pamięciowych w domu. W miarę analizowania tych dużych zbiorów danych będziemy ubiegać się o akceptacje bioetyczne oraz rekrutować nowych pacjentów z padaczką w Polsce i Czechach w celu implantacji najnowszej wersji urządzenia do leczenia napadów lekoopornych, a także badania i poprawy zapamiętywania słów i lokalizacji przedmiotów. Będzie się to odbywać przy użyciu technologii gogli automatycznie podczas regularnego wykonywania zadań.

Wykazaliśmy, że ciągła głęboka stymulacja mózgu powolnymi falami prądu elektrycznego dostarczany do przesyłowego obszaru mózgu zwanego wzgórzem może skutecznie przywrócić wydajność pamięci u pięciu zaimplantowanych pacjentów Mayo Clinic. Nie wiemy jednak, jakie aktywności fal mózgowych leżą u podstaw tego pozytywnego wpływu stymulacji na pamięć. Wyniki naszych badań wskazują na wyładowania i napady szybkich i wolnych aktywności elektrycznych wykrywanych i stymulowanych podczas kodowania i przywoływania poszczególnych wspomnień. Oczekujemy, że te wyładowania odzwierciedlą i wyjaśnią natychmiastowe i długofalowe efekty terapeutyczne stymulacji w przeciągu tygodni i miesięcy regularnego wykonywania zadań. Oczekujemy również, że wyładowania będą mogły posłużyć do przewidywania, które słowa i lokalizacje zostaną zapamiętane. Robiąc to, możemy wykazać, że poszczególne wyładowania rzeczywiście odzwierciedlają aktywność elektryczną engramów i można je wykorzystać do śledzenia i modulowania określonych wspomnień.

Wiedza i techniczny ‘know-how’ uzyskane w ramach tego badania mogą potencjalnie zrewolucjonizować powstające neurotechnologie w zakresie urządzeń w pełni implantowalnych. Nie wykazano do tej pory u ludzi wykrywania i stymulacji takich podstawowych wyładowań elektrycznych leżących u podstaw funkcji pamięci na poziomie określonych engramów. Wolne (theta) i szybkie (pofalowania) wyładowania są idealnymi kandydatami do odkodowania i stymulowania aktywności engramów. Można je łatwo wykryć, przechowywać i analizować w celu przewidywania, kontrolowania i poprawy efektów nowych terapii stymulacyjnych u poszczególnych pacjentów. Każde wykrycie zajmuje niewiele czasu i miejsca obliczeniowego, dlatego wyładowania można bezpośrednio zastosować do spersonalizowanych terapii prowadzonych online i w domu przy użyciu najnowszych technologii urządzeń do implantacji.