

Padaczka jest jednym z najczęściej występujących schorzeń neurologicznych dotyczących około 50 milionów ludzi na całym świecie. Koszty leczenia epilepsji stanowią około 1% całkowitego kosztu leczenia chorób. Pomimo ciągłego rozwoju metod farmakologicznych, 3 na 10 pacjentów jest niewrażliwych na taką terapię i wymaga innego leczenia. W wielu przypadkach wskazane jest chirurgiczne usunięcie ognisk padaczkowych. Jedną z barier dla szerszego zastosowania metod chirurgicznych leczenia epilepsji jest dzisiaj niedostateczna precyzja, z jaką lokalizowane są źródła aktywności padaczkowej.

W ostatnim czasie opracowali my szereg narzędzi, dzięki którym możemy tę sytuację poprawić. Po pierwsze rozwinęliśmy nową metodę rekonstrukcji źródeł prądowych na podstawie nagrań z elektrod głębinowych i z macierzy mikroelektrod (MEA) o dowolnym rozmieszczeniu kontaktów (metoda kernel Current Source Density, kCSD). Po drugie, opanowaliśmy zastosowanie metody elementu składowego do modelowania fizycznych i geometrycznych właściwości tkanki i ich wpływu na propagację pola elektrycznego. Wreszcie rozwinęliśmy narzędzia do przetwarzania trójwymiarowych i wielomodalnych danych neuroanatomicznych.

Naszym celem jest wykorzystanie tych narzędzi do rozwinięcia i wdrożenia nowej techniki lokalizacji źródeł specyficznej aktywności neurologicznej, takiej jak atak padaczkowy, na podstawie danych z obrazowania mózgu różnymi metodami, w szczególności na podstawie nagrań elektrokorotyografii (EcoG; elektrody siatkowe i paskowe), nagrań z elektrod głębinowych i danych uzyskanych za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI). Dokładność metody będzie określona przy użyciu danych modelowych a docelowo metoda zostanie przetestowana na danych klinicznych pozyskanych od pacjentów cierpiących na padaczkę ze szpitala Johns Hopkins University School of Medicine.

Nasz plan składa się z trzech części. Po pierwsze, rozszerzymy nasz poprzedni metod opracowany do analizy nagrań z elektrod głębinowych dla mózgów zwierzęcych tak, aby uwzględnić realistyczną morfologię ludzkiego mózgu oraz przestrzennie zmienne przewodnictwo elektryczne. Podstawą metody stanowi konstrukcja tak zwanych funkcji prądowych, która rozpoczyna się od obliczenia potencjału generowanego w mózgu przez tak zwane funkcje bazowe rozmieszczone w zadanej objętości. Zostanie to dokonane przy użyciu metody elementu składowego, techniki obliczeniowej służącej do rozwiązywania równań określających propagację pola elektrycznego w złożonych układach. Nasze wstępne wyniki dla uproszczonych modeli wskazują, że takie podejście pozwala na lokalizację źródeł aktywności elektrycznej w mózgu na podstawie danych z elektrod powierzchniowych jak i głębinowych uwzględnionych w jednolity sposób. Musimy jednak sprawdzić, jak najefektywniej wykorzystamy dostępne dane i jak najefektywniej przeprowadzić złożone obliczenia numeryczne.

Po drugie, musimy uwzględnić realistyczną geometrię ludzkiego mózgu i jego przewodnictwo elektryczne. Wymaga to rozwoju uproszczonych modeli mózgu, tak zwanych siatek (meshes), na których musimy znaleźć związki aktywności neuronów a wywołanym potencjałem. Ostatecznie opracowana metoda zostanie przystosowana do analizy danych klinicznych uzyskanych od pacjentów z padaczką niepoddającą się leczeniu z napadami częściowymi uogólnionymi, którzy wymagają implantacji elektrod głębinowych w celu leczenia chirurgicznego. Analizie zostaną poddane pomiary uzyskane od pacjentów o szerokim spektrum wzorców wyładowań epileptycznych rejestrowanych przez elektrody kortykograficzne i elektrody głębinowe oraz o różnych patologiach.