

Prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego zależy od wielu czynników zarówno zewnętrznych jak i zmian mających podłoże genetyczne czy też związane z starzeniem się organizmu. Część zmian w obrębie centralnego układu nerwowego (CNS) może następować na skutek chorób neurodegeneracyjnych. Jest to grupa wrodzonych lub nabytych, postępujących chorób układu nerwowego, w których podstawowym zjawiskiem patologicznym jest utrata komórek nerwowych. Do najbardziej znanych chorób neurodegeneracyjnych zaliczamy chorobę Alzheimera, chorobę Parkinsona, stwardnienie zanikowe boczne (ALS) czy stwardnienie rozsiane. Wiele z tych chorób rozwija się przez wiele lat w sposób bezobjawowy, a skutki uwidaczniają się dopiero, gdy znaczna część komórek nerwowych jest zniszczonych. W leczeniu tych chorób najczęściej prowadzone jest leczenie farmakologiczne, które nie zawsze jest skuteczne, a w niektórych przypadkach, zwłaszcza długiego leczenia może mieć skutki uboczne w postaci pogłębiania się danej jednostki chorobowej. Jedną z chorób neurodegeneracyjnych, która dotyka kilka milionów osób na świecie jest choroba Parkinsona. W leczeniu tej choroby najczęściej stosuje się substancje farmakologiczne np. lewodopę, jednakże znacznie skuteczniejszą metodą dającą dobre rezultaty jest głęboka stymulacja mózgu za pomocą elektrod implantowanych w ściśle określony obszar mózgu. Elektrody do głębokiej stymulacji mózgu (DBS- Deep Brain Stimulation) stosowane są również w przypadku innych chorób jak drżenie samoistne, dystonia czy przewlekły ból. Materiały do produkcji elektrod to zwykle metale, które mimo szeregu zalet posiadają pewne istotne wady powodujące, że proces stymulacji pewnych obszarów mózgu nie jest skuteczny. Do wad dotychczasowych elektrod DBS zaliczana jest duża sztywność powodująca niszczenie delikatnych struktur tkankowych, stosunkowo duże wymiary, brak monitorowania sprzężenia zwrotnego aktywności elektrycznej mózgu, wysokie zapotrzebowanie na prąd elektryczny i możliwe krwotoki w mózgu. Znaczącym problemem w przypadku elektrod dla DBS jest również duże prawdopodobieństwo powstawania blizny glejowej wokół elektrod, które powodują wzrost oporu elektrycznego między elektrodą, a tkanką nerwową, co powoduje konieczność stosowania wyższych wartości napięcia i prądów do stymulacji nerwów.

Biorąc pod uwagę powyższe względy celem projektu będzie opracowanie nowego materiału, którego właściwości mogą sprostać wymaganiom stawianym przez układ nerwowy dla materiałów elektrodowych do stymulacji CNS. Zaproponowany w projekcie materiał to węglowy kompozyt hybrydowy, który zbudowany będzie z mikrowłókien węglowych, węgla pirolitycznego oraz nanorurek węglowych. Dzięki odpowiedniemu doborowi komponentów węglowych możliwe będzie uzyskanie elektrodowego materiału kompozytowego, w kształcie walca, o średnicy od kilku μm do kilku milimetrów, i jednocześnie o wysokim stosunku powierzchni do objętości, zapewniającym minimalną objętość elektrody, przy której spełnione będą wymagania dotyczące właściwości elektrycznych. Materiał elektrodowy musi charakteryzować się wysokim przewodnictwem elektrycznym, być biozgodnym i jednocześnie trwałym w środowisku biologicznym. Materiały te nie ulegają korozji i cechują się wysoką biozgodnością. Możliwe jest również sterowanie właściwościami mechanicznymi, a w szczególności sztywnością tych materiałów poprzez dobór odpowiedniego mikrowłókna węglowego. Z kolei obecność nanomateriałów węglowych może skutecznie zmodyfikować powierzchnie takich materiałów, zwiększając ich rozwinięcie powierzchni, ważne w punktu widzenia transportu ładunku elektrycznego. Również morfologia tych nanostruktur może nadawać biomimetyczny charakter otrzymanym układom, poprzez podobieństwo do struktur tkankowych np. neurytów, a tym samym umożliwiać oddziaływanie i stymulację na poziomie pojedynczych komórek. Dodatkowo zakładamy, że nanorurki węglowe stworzą rodzaj „miękkiej” warstwy na powierzchni elektrody, powodując ograniczenie mechanicznego niszczenia struktur nerwowych. Modyfikacja powierzchni nanorurek węglowych poszerza również możliwość wprowadzania dodatkowych substancji o potwierdzonym działaniu pobudzającym wzrost lub różnicowanie się komórek tkanki nerwowej.

Wykorzystana zostanie wiedza zdobyta przez kierownika tego projektu w ramach wcześniej prowadzonych wieloletnich badań związanych z otrzymywaniem materiałów węglowych, takich jak włókna węglowe i nanomateriały węglowe, jak również wiedza i doświadczenie związane z oceną wpływu różnych rodzajów materiałów węglowych, a w szczególności nanoform węgla na odpowiedź komórkową i tkankową.

Zakres badań realizowanego projektu będzie dotyczył takich zagadnień jak dobór odpowiednich surowców tj. włókien węglowych, rodzaju gazów węglonośnych, rodzaju nanorurek węglowych oraz właściwych warunków procesu syntezy kompozytów typu węgiel-węgiel (C/C) metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD). Optymalizowane będą również warunki procesów CVD i nanoszenia elektroforetycznego (EPD) nanomateriałów węglowych na kompozyty C/C w celu uzyskania węglowych kompozytów hybrydowych. Otrzymane próbki poddane zostaną badaniom strukturalnym, mikrostrukturalnym, fizykochemicznym, elektrycznym i mechanicznym. Istotnym z punktu widzenia zastosowania otrzymanych próbek będzie ocena właściwości elektrochemicznych oraz ocena biologiczna. Badania biologiczne *in vitro* przeprowadzone zostaną w Instytucie Farmakologii PAN z wykorzystaniem neuronów i komórek glejowych na specjalnie opracowanym na potrzeby grantu układzie pozwalającym na hodowlę komórek w kontakcie z materiałem poddanym jednocześnie stymulacji elektrycznej. W skład zespołu badawczego będzie wchodził również neurochirurg, zastępca ordynatora Oddziału Neurochirurgii z Dolnośląskiego Szpitala Specjalistycznego im. T. Marciniaka - Centrum Medycyny Ratunkowej we Wrocławiu o dużym doświadczeniu w leczeniu schorzeń centralnego układu nerwowego.