

Streszczenie

Postęp w różnych dziedzinach naszego życia codziennego, w tym także i w medycynie, wiąże się z szerokim wykorzystaniem nowych technologii. Przykładem jest chociażby rozwijająca się w zauważalnie szybkim tempie implantologia, która wymaga stosowania coraz to bardziej złożonych i wielofunkcyjnych materiałów, które umożliwiają odtworzenie funkcji tkanek, np. kostnych. Chcąc uzyskać trwałe połączenie implant–kość poszukuje się materiałów, które obok odpowiednich właściwości fizykochemicznych, mechanicznych, jak i tribologicznych będą pobudzać i przyspieszać regenerację tkanki kostnej oraz działać stymulująco względem komórek osteogenicznych. Spośród materiałów używanych do produkcji np. implantów ortopedycznych i stomatologicznych, szczególną rolę odgrywają materiały metalowe, a zwłaszcza tytan i jego stopy. Pomimo wielu korzystnych właściwości materiałów tytanowych, takich jak niski ciężar właściwy, wysoka odporność na korozję oraz dobra biokompatybilność w środowisku tkanek i płynów ustrojowych, materiały te wykazują słabe właściwości osteoinduktywne, niezbędne do uzyskania trwałego i stabilnego połączenia implantu z tkanką kostną. Jednym z czynników ograniczających ich zastosowanie jest wysoki moduł sprężystości, który znacznie przewyższa moduł warstwy korowej, co może prowadzić do zaniku kości wokół implantu. Dobrym rozwiązaniem wydaje się być wytworzenie na powierzchni implantów metalowych powłoki hydroksyapatytu. Takie rozwiązanie powinno poprawić biogodność wszczepionego materiału z tkanką kostną, jak również znacznie wydłużyć czas użytkowania implantów. Ponadto powłoka taka powinna wpływać na poprawę odporności implantu na ścieranie, jak również pełnić funkcję dodatkowej bariery, zmniejszającej uwalnianie jonów metali z materiału podłoża. Obecnie, przeszkodą do szerszego wykorzystywania tych powłok jest ich bardzo niska adhezja do podłoża tytanowego.

Celem moich badań była modyfikacja powierzchni implantów ze stopu Ti6Al4V, które mogą być wytwarzane między innymi w technologii 3D (spiekanie laserowe proszków tytanowych przeznaczonych dla wyrobów medycznych). Założono, iż głównym rezultatem przeprowadzonych prac badawczo–rozwojowych będzie przygotowanie do wprowadzenia na rynek prototypu implantów stomatologicznych oraz ortopedycznych posiadających aktywną warstwę sprzyjającą regeneracji kości, odpowiednią do późniejszego nałożenia frakcji bogatej w komórki macierzyste. Założony cel został osiągnięty w dwóch etapach badań. W pierwszym etapie dokonano modyfikacji powierzchni próbek stopu Ti6Al4V, co doprowadziło do otrzymania tlenków tytanu o zróżnicowanej morfologii, strukturze oraz właściwościach

mechanicznych i biologicznych (artykuły P1, P2, P3). W etapie drugim wykorzystano wysoce biokompatybilne tlenkowe nanowarstwy (wytworzone w ramach etapu I), jako warstwy pośrednie (IL) i wytworzono układy typu Ti6Al4V/IL/HA. Warstwy pośrednie stanowiły łącznik pomiędzy powłoką hydroksyapatytową a podłożem ze stopu Ti6Al4V (artykuły P4, P5). Ich zadaniem było poprawienie siły wiązania pomiędzy metalicznym podłożem a powłoką hydroksyapatytową przy zachowaniu odpowiednich właściwości fizykochemicznych oraz biologicznych układu.

Podsumowując, w ramach przeprowadzonych badań przedstawiono charakterystykę fizykochemiczną, mechaniczną oraz biologiczną trzynastu zróżnicowanych nanowarstw TiO₂/tytanianu. Scharakteryzowano dwadzieścia cztery układy z powłoką hydroksyapatytową, pod kątem ich właściwości fizykochemicznych i mechanicznych, a następnie oceniono aktywność biologiczną wybranych, trzech układów. Wynikiem przeprowadzonych badań jest opracowanie metody dwustopniowej modyfikacji (TNT5/HA) implantu ze stopu Ti6Al4V, co stanowi innowacyjne rozwiązanie gotowe do zastosowania w produkcji nowej generacji implantów stomatologicznych oraz ortopedycznych. Proponowany implant można bezpiecznie sterylizować metodą parową, co jest dodatkowym atutem z punktu widzenia łatwości zastosowania klinicznego. Implanty z bioaktywną warstwą powierzchniową wzbogaconą o frakcję bogatą w komórki macierzyste pacjenta będzie można stosować u szerszego grona odbiorców, w tym diabetyków, osób o obniżonej odporności immunologicznej, osób starszych, jak i u dzieci.

06.03.2023r.

Michalina Ehlert