

## Popularnonaukowe streszczenie projektu

Starzenie się społeczeństw stanowi wyzwanie dla dziedziny implantologii. Pomimo ciągłego rozwoju biomateriałów i metod ich wytwarzania nadal występuje problem niszczenia i obłuzowywania się implantów w czasie użytkowania oraz występowania infekcji pooperacyjnych. Problemy te wynikają odpowiednio z niewystarczającego mocnego połączenia implantu z tkanką kostną i przylegania bakterii do powierzchni biomateriału. **Celem projektu** jest poprawa biogodności stopów tytanu nowej generacji o strukturze  $\beta$ . Poprawę tę zamierza się osiągnąć poprzez wytworzenie na ich powierzchni tlenkowych struktur nanorurkowych. Obecność warstwy tlenkowej, w szczególności o rozbudowanej powierzchni, poprawia biogodność i procesy osteointegracji w obrębie styku implantu z kością. Główną zaletą analizowanych stopów Ti o strukturze  $\beta$  jest obniżony moduł Younga, a także fakt, że zawierają jedynie pierwiastki witalne o niskiej toksyczności. Wykazują więc duży potencjał do zastosowań w wielu dziedzinach medycyny m.in. w ortopedii i stomatologii. Pomimo, iż temat warstw nanorurkowych na czystym tytanie został już dosyć dokładnie rozpoznany, modyfikacje powierzchniowe w postaci nanorurek na stopach tytanu stanowią wyzwanie technologiczne i naukowe. Dostępne nieliczne publikacje w tym zakresie wskazują na występowanie kilku istotnych problemów związanych z wytwarzaniem warstw nanorurkowych na stopach tytanu. Pierwiastki stopowe mogą działać jak mikroogniwa elektrochemiczne, powodując zmiany w szybkości rozpuszczania się warstw i wpływając na powstawanie warstw o niejednorodnej grubości. Różna orientacja krystalograficzna ziaren (w szczególności różnych faz w stopach dwufazowych) może determinować kierunek wzrostu nanorurek i prowadzić do powstawania warstw o zaburzonej strukturze.

W ramach projektu zostanie podjęta próba rozwiązania problemów zaistniałych przy wytwarzaniu nanorurkowych warstw tlenkowych na stopach tytanu. W tym celu projekt będzie realizowany w trzech zadaniach, w których postawiono następujące **szczegółowe cele badawcze**:

- dobór parametrów wytwarzania nanorurkowych struktur tlenkowych na powierzchni stopów tytanu nowej generacji o strukturze jedno- i dwufazowej;
- szczegółowa charakterystyka morfologii i właściwości fizykochemicznych otrzymanych warstw tlenkowych;
- ocena potencjału biologicznego warstw nanorurkowych na analizowanych stopach tytanu.

Modyfikacje powierzchniowe w postaci nanorurkowych warstw tlenkowych zostaną przeprowadzone na dwóch stopach tytanu: (1) jednofazowym o strukturze  $\beta$  Ti-24Nb-4Zr-8Sn oraz (2) dwufazowym stopie  $\alpha + \beta$  Ti-13Nb-13Zr. Wykazują one znacznie obniżony moduł Younga względem innych biomateriałów metalicznych, który wynosi odpowiednio 49 oraz 79 GPa i jest zbliżony do modułu kości (10-40 GPa). Do wytworzenia struktur nanorurkowych zostanie wykorzystany proces anodyzacji elektrochemicznej prowadzony z użyciem elektrolitów na bazie rozpuszczalników organicznych takich jak gliceryna i glikol etylenowy. Optymalizowanymi parametrami procesu będą: napięcie anodyzacji, czas anodyzacji i temperatura wygrzewania warstw. W kolejnym etapie projektu zostanie przeprowadzona charakterystyka morfologii i właściwości fizykochemicznych otrzymanych warstw. Do tego celu zostanie wykorzystana skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), mikroanaliza rentgenowska (EDS), spektroskopia fotoelektronów (XPS), spektroskopia elektronów Auger (AES) i dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego (XRD). Korelacja pomiędzy morfologią warstwy a mikrostrukturą podłoża zostanie wyznaczona dzięki kombinacji takich technik badawczych takich jak metalografia, obserwacje SEM oraz metoda dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD). Na koniec przeprowadzona zostanie ocena potencjału biologicznego warstw nanorurkowych, która będzie obejmowała: (1) przeprowadzenie pomiaru kąta zwilżania; (2) badanie inkubacji warstw w roztworze imitującym ludzkie płyny ustrojowe SBF z późniejszą oceną stopnia mineralizacji poprzez analizę SEM/FTIR/XPS; (3) badanie adhezji, proliferacji i cytotoksyczności komórek na warstwach tlenkowych z wykorzystaniem komórek typu osteoblastów.