

## STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE PROJEKTU

Według raportu Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) problemy ze słuchem są najpowszechniej występującą sensoryczną niepełnosprawnością na świecie. Jedną z metod poprawy uszkodzonego słuchu jest rekonstrukcja łańcucha kosteczek słuchowych, poprzez np. zastosowanie pasywnych implantów słuchowych. Ich celem jest przeniesienie fali dźwiękowej z błony bębenkowej do ucha wewnętrznego człowieka. Komercyjne pasywne implanty słuchowe wykonywane są m.in. z tytanu, który charakteryzuje się niskim współczynnikiem tłumienia drgań. Jednak istotnym problemem tego typu implantów jest niewystarczająco szybki proces integracji implantu z kością, w wyniku którego dochodzi do utraty możliwości przekazywania dźwięków. Proces ten powinien zachodzić szybciej głównie w wybranych obszarach protezy, co wskazuje na konieczność stosowania miejscowych obróbek powierzchniowych. Dodatkowymi ograniczeniami w kwestii modyfikacji powierzchni pasywnych implantów słuchowych jest ich niewielki wymiar (ok. 10 mm) jak również fakt, że ich powierzchnia cechuje się pewną chropowatością wynikającą z procesu produkcyjnego.

Topografia powierzchni jest jednym z czynników determinujących odpowiedź komórkową. Najnowsze prace wskazują, że tworzenie wielomodalnych topografii powierzchni na implantach kostnych sprzyja adhezji komórek, gdyż odwzorowuje się w ten sposób naturalne środowisko komórek kostnych, czyli kość, której zarówno budowa jak i powierzchnia charakteryzują się wielomodalną strukturą. Inne prace wskazują natomiast to, że wyraźnie ukierunkowana, periodyczna topografia powierzchni implantów powoduje wydłużenie komórki, i promuje ich różnicowanie do osteoblastów. Fakty te sprawiają, że połączenie obu tych cech na powierzchni pasywnych implantów słuchowych mogłoby korzystnie wpłynąć na stabilizację połączenia implant/kość.

**Niniejsza praca doktorska poświęcona jest opracowaniu miejscowej obróbki tytanu, która umożliwi otrzymanie w jednym procesie wielomodalnej i periodycznej topografii powierzchni, korzystnej z punktu widzenia implantów kostnych, co przyczyni się do poprawy procesu łączenia implantu z kością.** Z przeglądu literatury wynika, że metodą obróbki powierzchni, która pozwoli w sposób kontrolowany na miejscową modyfikację warstwy wierzchniej tytanu jest obróbka laserowa. Wysoka precyzja i czystość techniki laserowej pozwala na ominięcie bądź ograniczenie wad standardowych technik stosowanych obecnie w praktyce klinicznej, takich jak np. zanieczyszczenia powierzchni po obróbce śrutowania. Technika rozwijana od kilkunastu lat, która umożliwiła modyfikację tytanu w sposób miejscowy oraz pozwala na uzyskanie periodycznej topografii powierzchni jest bezpośrednia laserowa litografia interferencyjna (ang. *Direct Laser Interference Litography*). Zasada modyfikacji DLIL opiera się na wykorzystaniu zjawiska interferencji dwóch wysokoenergetycznych wiązek lasera, w wyniku czego dochodzi do przetopienia i ablacji powierzchni obrabianego elementu. Dodatkowym atutem techniki DLIL jest możliwość obróbki materiału o wstępnej/pierwotnej chropowatości, co jest kluczowe z punktu widzenia komercyjnych elementów protez słuchowych.

Zakres badań prowadzonych w ramach pracy doktorskiej obejmuje wytworzenie próbek – w pierwszej kolejności odwzorowanie chropowatości powierzchni komercyjnych implantów słuchowych, a następnie modyfikację laserową DLIL, w celu otrzymania periodycznie powtarzających się wzorów na tytanie. Geometria wytworzonych struktur będzie także przedmiotem optymalizacji w ramach pracy doktorskiej. Zmodyfikowane powierzchnie zostaną poddane szczegółowej analizie, która będzie obejmowała: obserwacje morfologii powierzchni i pomiary chropowatości, pomiary kąta zwilżania i energii powierzchniowej, pomiary składu chemicznego, fazowego i grubości warstw tlenkowych oraz obserwacje mikrostrukturalne z uwzględnieniem zmian zachodzących przy powierzchni materiału. Analizie zostaną poddane także takie właściwości jak odporność na korozję w środowisku biologicznym, odpowiedź komórkowa jak również właściwości mechaniczne. Dodatkowym aspektem badań prowadzonych w doktoracie będzie szczegółowa analiza zmian struktury tlenkowej w zależności od sposobu naświetlania próbki w skali atomowej. Miejscowe nagrzewanie powierzchni, towarzyszące procesowi obróbki laserowej może silnie wpływać na zmiany stechiometrii tlenków, właściwości fizykochemicznych czy mechanicznych powierzchni.

Prace realizowane w ramach rozprawy doktorskiej mają podstawowe znaczenie dla określenia interakcji wiązki lasera z powierzchnią tytanu oraz skorelowaniu wpływu promieniowania laserowego z wynikowymi właściwościami powierzchni. Zdobyta wiedza będzie istotna nie tylko z punktu widzenia implantologii słuchowej, ale także przyczyni się do świadomego wykorzystania modyfikacji laserowej do zastosowań biomedycznych.