

Ubytek przegrody międzyprzedsionkowej (ASD) jest jedną z częstszych wrodzonych wad u dzieci i najczęstszą wadą wrodzoną stwierdzaną u dorosłych. Stanowi on od 5,9% do 22% wszystkich wrodzonych wad serca. ASD powoduje lewo-prawy przeciek krwi i zwiększony przepływ płucny. Według wytycznych ESC 2020 dotyczących leczenia osób dorosłych z wrodzonymi wadami serca zaleca się zamknięcie ubytku przeskórnice (metodą małoinwazyjną). Obecnie dostępnych jest kilka rodzajów zestawów do przeskórnego zamykania ASD. Jednym z częściej stosowanych jest samorozprężający się zestaw Amplatzer Septal Occluder. Konstrukcja tych implantów oparta jest na stopie NiTi. Pomimo dobrej biogodności stopów NiTi, porównywalnej z biogodnością czystego tytanu, zastosowanie tych materiałów do długotrwałego implantowania budzi wątpliwości ze względu na wysoką zawartość niklu i ryzyko uwalniania jego jonów w wyniku korozji w środowisku organizmu. Przeskórne zamykanie ASD wiąże się z ryzykiem powikłań po zabiegu wynoszącym 7,2% w porównaniu z ryzykiem powikłań pooperacyjnych wynoszącym 24%. Powikłania obejmują reakcje alergiczne oraz powikłania zakrzepowo-zatorowe. Istnieją dwa sposoby poprawy hemokompatybilności stopów NiTi. Pierwszym z nich jest zastąpienie niklu w stopie mniej toksycznymi pierwiastkami, takimi jak Pt, Pd, Zr, Hf lub Nb, jednak dodatki stopowe znacznie zmieniają charakterystyczne temperatury przemiany martenzytycznej, co wyklucza możliwość zastosowania tych stopów w medycynie. Innym sposobem poprawy hemokompatybilności stopów NiTi jest modyfikacja ich powierzchni. Z analizy badań większości prac dotyczących stosowania stopów NiTi wynika, że o skuteczności ich stosowania decydują właściwości fizykochemiczne ich powierzchni. Dlatego też w obecnych badaniach największą uwagę skupia się na opracowaniu sposobu wytwarzania powłok na ich powierzchniach znacznie ograniczających proces krzepnięcia krwi i zapewniających ich dobrą biotolerancję tkankową w środowisku sercowo-naczyniowym. Pomimo zaangażowania wielu ośrodków naukowych na świecie problematyka dotycząca stopów NiTi do zastosowań medycznych bazuje na badaniach cząstkowych. Brak opracowań syntetyzujących kompleksowo zagadnienia korozyjne i biokompatybilności w odniesieniu do określonych postaci wyrobów medycznych przeznaczonych do długotrwałego użytkowania. Brak danych dotyczących budowy wytwarzanych warstw wierzchnich, ich podatności na odkształcenia, adhezji do metalowego podłoża oraz topografii powierzchni, jak również zachowania się warstw powierzchniowych podczas przemian fazowych, warunkujących wykorzystanie danego zjawiska pamięci kształtu. Na tym tle kompleksowa ocena wyników uzyskanych przez poszczególnych autorów jest trudna do uogólnienia. Dlatego też w ramach proponowanego projektu opracowane zostaną warunki wytwarzania warstw powierzchniowych o własnościach fizykochemicznych adekwatnych do specyfiki układu sercowo-naczyniowego. Zatem zasadniczym celem prowadzonych badań będzie ustalenie korelacji pomiędzy strukturą i własnościami fizykochemicznymi warstw (kształtowanymi warunkami technologicznymi procesu) nanoszonych na podłoża stopu NiTi przeznaczonego do kontaktu z krwią, a ich hemokompatybilnością. Pierwszy etap realizacji projektu obejmować będzie opracowanie warunków wytwarzania warstw powierzchniowych SiO_2 i Ta_2O_5 z wykorzystaniem metody ALD (Atomic Layer Deposition) oraz EPD (Electrophoretic Deposition). Zastosowanie tego rodzaju metod obróbki powierzchniowej podyktowane jest koniecznością zapewnienia niezmiennych cech geometrycznych, strukturalnych i własności mechanicznych biomateriału metalowego podłoża poddawanego procesom obróbki powierzchniowej. Dla wytworzonych warstw powierzchniowych przeprowadzone zostaną kompleksowe badania ich odporności korozyjnej w warunkach symulujących środowisko układu krwionośnego. W dalszej kolejności, dla wyselekcjonowanych wariantów obróbki powierzchniowej, zrealizowane zostaną również badania struktury chemicznej i fazowej wytworzonych warstw, ich własności mechanicznych, topografii powierzchni oraz własności fizycznych. Ich efektem będzie określenie korelacji pomiędzy mikrostrukturą, własnościami mechanicznymi biomateriału metalowego, a strukturą morfologiczną oraz własnościami fizykochemicznymi ich powierzchni. Umożliwi to wskazanie korzystniejszego wariantu tego procesu. W końcowym etapie dla tak przygotowanych próbek przeprowadzone zostaną kompleksowe badania biologiczne „in vitro” oparte na normie ISO 10993, które podzielono na ocenę ogólnej biogodności oraz badanie hemozgodności w warunkach potencjalnego, poprojektowego przeznaczenia. Zakres przeprowadzonych badań umożliwi w sposób kompleksowy analizę wpływu struktury i własności fizykochemicznych warstw powierzchniowych na przebieg procesów zachodzących na powierzchni implantów po ich wprowadzeniu do układu krwionośnego. Planowane badania mają charakter nowatorski a uzyskane wyniki będą miały duży wpływ na rozwój dyscypliny naukowej.