

Choroby sercowo-naczyniowe pozostają główną przyczyną zgonów w krajach rozwiniętych, z chorobą niedokrwinną serca (CAD) jako jednym z głównych czynników. Wprowadzenie stentów zrewolucjonizowało leczenie CAD, umożliwiając skuteczną przeszskórną rewaskularyzację wieńcową. Chociaż stenty rozwiązują niektóre ograniczenia angioplastyki balonowej, wywołują również ostre formowanie skrzeplin i przerost błony wewnętrznej naczyń. Stenty pierwszej generacji znacząco zmniejszyły ryzyko restenozy w obrębie stentu, ale opóźniły proces gojenia, zwiększając ryzyko późnej zakrzepicy i powikłań klinicznych w długim okresie. Pomimo tych ulepszeń stenty nadal zmagają się z problemem niekompatybilności z tkankami naczyniowymi, co wciąż pozostaje wyzwaniem.

Inżynieria tkankowa oferuje potencjalne rozwiązanie tych ograniczeń. Projekt łączy wykorzystanie kilku naturalnych polimerów o wyjątkowych właściwościach mechanicznych, biodegradowalności i biokompatybilności z polimerami syntetycznymi, które znacząco poprawiają stabilność i właściwości mechaniczne rusztowań. Włączenie środków przeciwzapalnych, przeciwbakteryjnych i przeciwzakrzepowych zmniejszy ryzyko infekcji, przerostu błony wewnętrznej i ostrych zakrzepów, co stanowi dodatkową korzyść tego projektu.

Celem projektu jest zaprojektowanie, synteza i wytworzenie biokompatybilnych, wolno degradowalnych stentów wspierających adhezję i utrzymanie monowarstwy komórek śródbłonna. Proponowany materiał będzie odlewany przy użyciu specjalnie zaprojektowanego systemu odlewniczego, z uwzględnieniem szczegółowych symulacji dynamiki płynów w celu optymalizacji przepływu. Zaawansowane analizy fizykochemiczne, w tym spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) w stanie stałym, właściwości mechaniczne (reologia, dynamiczna analiza mechaniczna, właściwości kompresji i rozciągania) oraz powierzchniowe, zostaną dostosowane do właściwości natywnej tkanki. Ponadto badana będzie potencjalna generacja wolnych rodników podczas polimeryzacji oraz uwalnianie tlenu azotu z stentów przy użyciu spektroskopii rezonansu paramagnetycznego (EPR).

W końcowych etapach zostanie oceniona możliwość naniesienia bioaktywnej warstwy (składającej się z leków przeciwbakteryjnych, przeciwzakrzepowych i przeciwzapalnych) wewnątrz światła stentu przy użyciu nowatorskiej drukarki biometrycznej. Przeprowadzone zostaną badania uwalniania leków oraz ich potencjału przeciwbakteryjnego w stosunku do różnych gatunków gronkowców. Dokładnie zbadane zostaną również interakcje biologiczne między biomateriałem, stentem a systemem perfuzji. Dodatkowo przeprowadzone zostaną symulacje z uwzględnieniem właściwości fizjologicznych opracowanych DES i porównane z rzeczywistymi scenariuszami tworzonymi przy użyciu systemów perfuzyjnych. Dane z symulacji i rzeczywistych pomiarów zostaną zestawione w celu opracowania modelu do testów *in silico*, który może być potencjalnie wykorzystywany w przyszłych badaniach.

Głównym celem jest ustanowienie warunków do rozwoju mechanicznie stabilnych, odlewanych lub drukowanych w 3D stentów zdolnych do uwalniania leków, jednocześnie wspierających utrzymanie warstwy komórek śródbłonna. Hipoteza badawcza zakłada, że wynikowe bioaktywne stenty 3D będą stanowić optymalne, biokompatybilne rusztowania do wzrostu komórek śródbłonna, z potencjalnym zastosowaniem w inżynierii tkanki sercowej.

Dokładny wpływ odlewanych lub drukowanych w 3D stentów na wzrost komórek, ich zachowanie oraz interakcje między komórkami śródbłonna zostanie zbadany w warunkach *in vitro* i *ex vivo* w specjalnie zaprojektowanym bioreaktorze imitującym przepływ krwi. Ostatecznym etapem projektu jest ocena stentu *in vivo* na modelu świńskim. Uzyskane wyniki pozwolą na zaprojektowanie nowatorskich, biokompatybilnych stentów integrujących się z tkanką, które mogą być przydatne przy projektowaniu urządzeń do leczenia chorób sercowo-naczyniowych.