

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Choroby układu krążenia są jedną z najczęstszych przyczyn śmierci w społeczeństwach rozwiniętych. Wiele pacjentów z późną lub rozległą dysfunkcją mięśnia sercowego jak kardiomiopatia nie kwalifikuje się do przeszczepu. Osoby takie pozostawione byłyby bez pomocy, bez mechanicznego wspomaganie serca. Polska jest jednym z wiodących krajów zajmujących się tego typu zagadnieniem. Rozwój systemów wspomaganie jest istotny i szczególnie dedykowany dla pacjentów z późną niewydolnością mięśnia sercowego. W ramach programu „Polskie Sztuczne Serce”, który realizowany był w latach 2007-2011 została opracowana rodzina protez serca, które aktualnie są w fazie badań klinicznych i przedklinicznych. Powstały również komory wspomaganie dla dzieci oraz wdrożono najnowsze światowe rozwiązania do polskich klinik. Jest to istotny postęp w dziedzinie kardiologii, ale nigdy sztuczny element nie będzie tak idealny jak naturalny, a przede wszystkim własny organ. Wartością dodaną „Programu Polskie Sztuczne Serce” było wygenerowanie kolejnych projektów związanych z rozwojem nauk zarówno podstawowych jak i aplikacyjnych. Pogłębianie wiedzy oraz nowe rozwiązania materiałowe dedykowane są ciągłej poprawie jakości komór wspomaganie. Bez głębokiego naukowego zrozumienia i poznania zjawisk w obrębie połączenia sztuczny materiał- tkanka, postęp w tej dziedzinie nie jest możliwy. Aktualnie przedstawiony projekt dotyczy rozwoju nauk podstawowych dedykowanych temu ważnemu zagadnieniu. Założeniem projektu jest naukowy postęp w opracowaniu powierzchni materiałów, które umożliwiłyby integrację z tkanką. W projekcie uwagę skupiono na zagadnieniach integracji powierzchni z tkanką sercową oraz integracji powierzchni ze specyficzną formą tkanki łącznej jaką jest krew. Modyfikacja powierzchniowa dla pierwszego i drugiego zagadnienia oparta jest o ten sam proces, polegający na laserowym odparowaniu części biogodnej warstwy, stwarzając odpowiednie środowisko dla konkretnej tkanki. Oddziaływanie komórek z materiałem jest ściśle zależne od takich właściwości powierzchni jak: topografia, mikrostruktura czy właściwości mechaniczne. W przypadku integracji ze śródbłonkiem sercowym, powierzchnia metaliczna zostanie uszlachetniona bio- i hemogodnymi powłokami. Dopiero takie powierzchnie stanowią będą punkt wyjścia do dalszych modyfikacji w postaci wzorów wykonanych techniką nanolitografii laserowej. Technika ta warunkuje wysoką precyzję regulacji kształtem, wielkością i rozkładem wzorów. Dzięki temu możliwa jest kontrola komórek w skali odpowiadającej procesom biologicznym. Periodyzacja powierzchni zapewni optymalny przepływ tlenu i składników odżywczych w obrębie biomateriału, co ma kluczowe znaczenie dla procesów adhezji i proliferacji komórek. W projekcie podjęta zostanie próba wytworzenia na tych powierzchniach sieci prawidłowych naczyń krwionośnych. Stymulacja tworzenia naczyń krwionośnych możliwa będzie dzięki dodatkowej, finalnej modyfikacji wykańczającej, polegającej na nałożeniu resorbowalnej powłoki syntetycznej posiadającej funkcję nośnika leku. Za pomocą tego typu modyfikacji podane zostaną czynniki stymulujące rozrost prawidłowych naczyń krwionośnych. To rozwiązanie ma swoją przesłankę w konstrukcji pompy wspomaganie serca, w szczególności pompy wirowej, która została opracowana przez „Pracownię Sztucznego Serca” Fundacji Rozwoju Kardiologii. Po konsultacji z tym zespołem zaistniała potrzeba naukowego opracowania zewnętrznej powierzchni kaniuli wprowadzającej, która ma wpłynąć na poprawę połączenia tkanki serca w koniuszku (dolna część serca od strony lewej komory) z elementem metalicznym.

W przypadku powierzchni adsorbujących białko istnieje potrzeba poprawy warunków hemodynamicznych na wirniku pompy wirowej. Stąd kolejne zagadnienie, które wymaga poznania na poziomie nauk podstawowych oddziaływanie powierzchni- krew i umożliwić odpowiednią modyfikację powierzchniową umożliwiającą kontrolowaną adsorpcję antyadhezyjnego białka z pełnej krwi w warunkach przepływu. Biomateriały przeznaczone do bezpośredniego kontaktu z krwią powinny cechować się wysoką hemokompatybilnością powierzchni rozumianą jako zdolność do nie wywoływania odpowiedzi immunologicznej i aktywowania procesów wykrzepiania krwi. Naturalna metoda hamowania procesów krzepnięcia krwi bazuje na warstwie białkowej, która separuje powierzchnię materiału sztucznego od środowiska krwi. Dlatego kontrola nad selektywną adsorpcją białka z krwi do powierzchni jest kluczowym zagadnieniem w projektowaniu materiałów hemogodnych. Planowana w projekcie modyfikacja powierzchni stopu tytanu poprzez naniesienie ultra- cienkich powłok węglowych poprawi właściwości biogodne podłoża metalicznych. Strukturyzacja powierzchni zapewni kontrolowaną i selektywną adsorpcję białka.

Obydwa zagadnienia zgłaszane w ramach projektu mają charakter nauk podstawowych, ale noszą ważne przesłanki do późniejszego ich wykorzystania w kardiologii.

Planowane prace poszerzą wiedzę podstawową w zakresie inżynierii biomedycznej i materiałowej. Proponowane badania mają charakter kompleksowych studiów interdyscyplinarnych, przy użyciu metod eksperymentalnych zaczerpniętych z klinicznie stosowanych rozwiązań. Dzięki połączeniu technik inżynierii materiałowej i diagnostyki laboratoryjnej projekt umożliwi rzetelną i szeroką prezentację wpływu topografii i mikrostruktury powierzchni na integrację tkanka-metal oraz adsorpcję białka w warunkach dużych naprężeń ścinających wywołanych przepływem.