

Streszczenie popularnonaukowe

Promieniowanie z zakresu bliskiej podczerwieni (ang. Near Infrared, NIR) (780 nm ÷ 2500 nm) jest obecnie wykorzystywane w celach terapeutycznych, m.in. w fizjoterapii, stomatologii, reumatologii i dermatologii. Szczególnie ważną rolę odgrywa jako skuteczna metoda uśmierzania bólu i regeneracji. Nasze wcześniejsze badania pozwoliły udowodnić, że wpływa ono na układ krzepnięcia powodując odwracalne w czasie zmiany ich funkcjonalnej aktywności. Ponadto stabilizuje błony erytrocytów, zwiększając ich odporność na czynniki destrukcyjne oraz ma właściwości antyoksydacyjne. W ostatnich doświadczeniach wykonanych na modelu zwierzęcym krążenia pozaustrojowego przy użyciu sztucznego płuco-serca dowiedliśmy, że fotobiomodulację krwi promieniowaniem NIR można z powodzeniem stosować w celach cytoprotekcyjnych. Pomimo, ogromnego potencjału aplikacyjnego, wykorzystanie w praktyce tego odkrycia jest niezwykle trudne ze względu na brak kompleksowej i dobrze usystematyzowanej wiedzy dotyczącej regulacji podstawowych właściwości komórkowych zmodyfikowanych erytrocytów, a także ich oddziaływania z innymi komórkami krwi i komórkami śródbłonna naczyń krwionośnych. Zrozumienie tych procesów jest celem zgłaszanego projektu.

Przeciętny czas życia krwinek czerwonych w warunkach fizjologicznych wynosi około 120 dni. Wobec tego zawartość preparatów krwi wykorzystywanych w transfuzjologii jest mieszaniną zarówno młodych jak i dojrzałych erytrocytów, które charakteryzują się odmiennymi właściwościami antyoksydacyjnymi oraz morfologią. Szczególnie zmiany morfologii, które bezpośrednio przekładają się na odkształcalność i ściśliwość erytrocytów są kluczowe w prawidłowym wypełnianiu głównej funkcji tych komórek, jakim jest zapewnienie wysokiej wydajności wymiany gazowej. W ramach zaplanowanych badań opracowane zostanie miniaturowe urządzenie do sortowania oraz analizy elektrochemicznej erytrocytów. Urządzenie będzie stanowiło alternatywę dla stosowanej powszechnie metody polegającej na wirowaniu komórek w gradiencie gęstości, które w optymalnych warunkach należy przeprowadzać w wysokospecjalistycznych wirówkach (tzw. ultrawirówkach). Dodatkowo, zastosowanie metod impedancyjnych pozwoli na stworzenie modeli zastępczych dla poszczególnych grup komórkowych, opisujących właściwości elektryczne błony komórkowej i cytoplazmy.

Następnie zbadamy efekty fotobiomodulacji erytrocytów promieniowaniem NIR z wykorzystaniem modelu starzenia *in vitro* oraz wspomnianej platformy mikroprzepływowej. Na tym etapie zaplanowaliśmy także nowoczesne obrazowanie morfologii w 3D za pomocą cyfrowej holotomografii oraz całą serię badań biofizycznych i biochemicznych pozwalających na ocenę statusu antyoksydacyjnego oraz zmian w strukturze błony komórkowej. Aspekt biomechanicznych właściwości błony komórkowej zostanie zbadany przy pomocy szczypców optycznych. Jednocześnie określimy profil zmian parametrów towarzyszących procesowi eryptozy, czyli tzw. programowalnej śmierci krwinki czerwonej. Ostatnim zadaniem będzie zbadanie oddziaływań erytrocytów po modulacji promieniowaniem NIR z innymi komórkami krwi i komórkami śródbłonna w mikroprzepływowym modelu naczynia krwionośnego.

Realizacja projektu przyczyni się do odpowiedzi na wiele fundamentalnych pytań w zakresie potencjalnych korzyści i ograniczeń związanych z praktycznym stosowaniem fotobiomodulacji erytrocytów i krwi przy pomocy promieniowania NIR.