

Opis popularnonaukowy

W ostatnich latach badania biomedyczne poczyniły ogromne postępy w opracowywaniu ludzkich tkanek biofabrykowanych w laboratorium do modelowania 3D *in vitro*, umożliwiając badanie chorób i testowanie nowych leków. Wciąż jednak jednym z głównych wyzwań pozostaje stworzenie sztucznie hodowanych mięśni, które funkcjonują jak prawdziwe ludzkie mięśnie. Mięśnie są kluczowe dla ruchu, metabolizmu i ogólnego stanu zdrowia, ale obecnie dostępne modele mięśni hodowanych w laboratoriach są nadal zbyt słabe i niedojrzałe, aby mogły być rzeczywiście użyteczne w badaniach medycznych, testach leków czy w inżynierii biomedycznej i robotyce.

Jednym z największych problemów jest to, **jak sprawić, żeby mięśnie hodowane w laboratorium "trenowały" i rozwijały się prawidłowo**. Tak jak w organizmie ludzkim, potrzebują one stymulacji, aby się wzmacniać i dobrze funkcjonować. Tradycyjnie naukowcy stosują dwie główne metody stymulacji. Metoda elektryczna działa podobnie jak sygnały wysyłane przez mózg do mięśni, wykorzystując małe impulsy elektryczne do wywołania skurczów włókien mięśniowych, co prowadzi do ich stopniowego wzmacniania. Z kolei metoda mechaniczna polega na fizycznym rozciąganiu i poruszaniu włókien mięśniowych, podobnie jak dzieje się to w trakcie napinania mięśni podczas ćwiczeń fizycznych.

Te metody okazały się pomocne we wspieraniu rozwoju mięśni, ale nadal nie osiągają optymalnych wyników ze względu na brak standaryzacji oraz trudności w precyzyjnej kontroli parametrów niezbędnych do prawidłowego wzrostu mięśni. Dodatkowo mogą być trudne do precyzyjnej kontroli i nie zawsze dają powtarzalne wyniki w eksperymentach. Innym problemem jest to, że naukowcy zwykle oceniają rozwój mięśni dopiero na koniec eksperymentu, zamiast śledzić ich zmiany w czasie, co utrudnia dostosowywanie warunków hodowli w celu optymalizacji rozwoju mięśni.

Aby rozwiązać te problemy, **projekt OPTIMUS (OPTomechanical Transduction for *in vitro* MUscle maturation and Strength refinement)** proponuje opracowanie **innowacyjnego bioreaktora i zintegrowanego systemu**, który zamiast impulsu elektrycznego lub siły mechanicznej będzie wykorzystywał **światło** do stymulowania wzrostu mięśni w sposób **bardziej naturalny i kontrolowany**. Kluczowym założeniem jest zastosowanie światłoczułych cząsteczek (transduktorów światła), które w odpowiedzi na niebieskie światło powodują skurcz włókien mięśniowych, podobnie jak prawdziwe mięśnie reagujące na sygnały nerwowe.

Projekt skupi się na trzech kluczowych celach: i) **opracowaniu biofabrykowanych struktur mięśniowych przy użyciu genetycznie zmodyfikowanych ludzkich komórek mięśniowych**, które produkują białko fluorescencyjne w celu ciągłego monitorowania organizacji i dojrzewania włókien mięśniowych; ii) **zaprojektowaniu i optymalizacji specjalnego bioreaktora**, który zapewni precyzyjną fotostymulację w celu zwiększenia siły mięśni i poprawy właściwości fizjologicznych; iii) **analizie funkcji mięśni i ich dojrzewania poprzez badanie markerów biochemicznych i genetycznych**. Pozwoli to na dopracowanie całego procesu biofabrykacji, poprawiając niezawodność i skalowalność uzyskanych tkanek mięśniowych do różnych zastosowań. Docelowo efektem projektu OPTIMUS będą **struktury mięśniowe o różnych typach włókien mięśniowych, co umożliwi opracowanie optymalnych modeli mięśni**: od mięśni wytrzymałościowych, takich jak mięsień płaszczkowaty, po mięśnie decydujące o sile, takie jak triceps. Co ważne, różne typy włókien mięśniowych ulegają różnym zmianom chorobowym. Replikując te różnice *in vitro*, nasz projekt zapewni głębsze zrozumienie mechanizmów chorobowych specyficznych dla mięśni i ułatwi opracowanie ukierunkowanych strategii terapeutycznych. Zrealizowany z powodzeniem projekt może zrewolucjonizować inżynierię tkanek mięśniowych, ułatwiając testowanie nowych leków, badania nad chorobami mięśni, a nawet tworzenie sztucznych mięśni do zastosowań medycznych i robotycznych.