

Cukrzyca typu 1 to wyniszczająca choroba przewlekła, która szybko staje się epidemią XXI wieku. Charakteryzuje ją niezdolność organizmu do produkcji insuliny, hormonu odpowiedzialnego za regulację poziomu glukozy we krwi. Choroba dotyka do 40 milionów ludzi na całym świecie i skutkuje śmiercią prawie 5 milionów osób rocznie. Szacuje się również, że choroba rozwija corocznie się u około 80 000 dzieci. Pomimo ogólnego postępu w leczeniu, przyczyna cukrzycy typu 1 nadal nie jest znana i nie można jej zapobiec przy obecnym stanie wiedzy.

Jedną z najbardziej obiecujących metod leczenia, wciąż eksperymentalną, jest przeszczepienie tak zwanych wysepek Langerhansa, mikroskopowych narządów (o wielkości poniżej 0,5 mm) zlokalizowanych w trzustce i odpowiedzialnych za produkcję insuliny. Niestety, obecnie stosowane procedury transplantacyjne są szkodliwe dla wysepek, obniżając ich żywotność i zdolność do produkcji insuliny, co z kolei wymaga wielu dawców i sprawia, że leczenie jest nieskuteczne.

Odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie na wysepki trzustkowe są metody inżynierii tkankowej: tworzenie sztucznych wysepek bezpośrednio z komórek endokrynych (odpowiedzialnych za produkcję hormonów, takich jak insulina), czy to z komórek macierzystych, czy pochodzących z tkanek zwierzęcych. W ramach projektu przeanalizujemy jedną ze szczególnie interesujących strategii polegających na zagnieżdżeniu komórek trzustki w mikrokapsułkach naśladujących wysepki i również zdolnych do wytwarzania insuliny. Do inkapsulacji wykorzystamy mikrocząstki, tj. kuleczki o średnicy grubości ludzkiego włosa, miękkiego, biologicznie neutralnego hydrożelu, zbliżonego do żelatyny, dodatkowo wzbogaconego białkami i substancjami odżywczymi dla zwiększenia przeżywalności komórek. Powszechnie wiadomo, że wykorzystanie miękkiej, elastycznej macierzy, przypominającej właściwą tkankę trzustki wielokrotnie zwiększa przeżywalność komórek. W ramach projektu wytworzymy mikrocząstki optymalnie wspierające wzrost komórek, ich agregację i dojrzewanie w celu uzyskania w pełni funkcjonalnych sztucznych wysepek trzustkowych.

Główną nowością projektu jest wykorzystanie mikroprzepływów, tj. technik manipulowania nanolitrowymi objętościami cieczy w mikro-kanalach, w celu wytworzenia wspomnianych mikrocząstek. W proponowanym podejściu dwa-, lub więcej, strumieni cieczy zawierających komórki w roztworze hydrożelu, złączą się by następnie zostać rozdrobione w postaci małych kropelek. Nie uszkadzająca komórek reakcja chemiczna zamieni następnie kropelki w miękkie cząsteczki hydrożelu.

Ze względu na możliwość produkcji makroskopowych ilości cząstek nawet z jednego urządzenia, proponowana strategia nadaje się do zastosowań klinicznych. Podczas gdy poprzednie podejścia do mikro-tkanek opierały się na agregacji komórek w plastikowych studzienkach, ograniczając w ten sposób liczbę wygenerowanych wysepek, techniki bazujące na kroplach nie nakładają żadnych ograniczeń na liczbę generowanych cząstek: w rzeczywistości, obecne najnowocześniejsze urządzenia mikroprzepływowe są zasadniczo zdolne do przetworzenia litra zawiesiny komórkowej w kropelki w ciągu jednego dnia; oznacza to możliwość wygenerowania nawet setek milionów sztucznych wysepek dziennie za pomocą jednego urządzenia.

Projekt wpisuje się w ogólnoswiatowe działania na rzecz opracowania nowych strategii leczenia cukrzycy typu 1. Warto zauważyć, że transplantacja wysepek prawdopodobnie wkrótce zostanie zatwierdzona do zastosowania klinicznego przez Federalną Agencję ds. Leków w USA (obecnie w 3 fazie badań klinicznych). Wreszcie, nowe strategie formułowania mikrocząstek opracowane w ramach projektu będą miały również ogólny wpływ na dziedziny mikroprzepływów, inżynierii tkankowej i narzędzia typu 'organ-on-chip'.