

Streszczenie popularnonaukowe

Niezdrowy styl życia, starzejące się społeczeństwo czy szybki rozwój cywilizacyjny mogą prowadzić do różnego rodzaju schorzeń i urazów, co wzmaga zapotrzebowanie na przeszczepy i uzupełnienia powstałych ubytków tkanek. W szczególności, nieodpowiednia aktywność fizyczna, otyłość oraz procesy starzenia powodują obecnie ciągły wzrost występowania urazów układu kostnego. Zbyt duże uszkodzenie tkanki kostnej spowodowane przez urazy bądź choroby przewlekłe może uniemożliwić organizmowi podjęcie procesu regeneracji. Dlatego też rozwijane są różnorakie podejścia, które mogłyby ułatwić odbudowę tkanek. W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie inżynierią tkankową jako alternatywą dla standardowo stosowanych metod leczenia. Oczekuje się, że podejście to pozwoli na wyeliminowanie powszechnie występujących problemów z przeszczepami narządów (odrzućenie przez organizm przeszczepu, czy brak dawcy), jak również wykluczy stosowanie materiałów o stosunkowo niskiej biozgodności, co jest przyczyną częstych powikłań pooperacyjnych. Inżynieria tkankowa jest dziedziną medycyny regeneracyjnej, a jej założeniem jest zastępowanie brakujących bądź uszkodzonych tkanek właściwie zaprojektowanym biomateriałem, stymulującym odbudowę odpowiednich struktur organizmu. W przypadku poważnego uszkodzenia tkanki, zniszczone zostają nie tylko komórki, ale także macierz zewnątrzkomórkowa (ECM - extracellular matrix). Macierz zewnątrzkomórkowa stanowi naturalne rusztowanie dla komórek, z którymi tworzy tkankę. Dlatego też nową tkankę tworzy się na bazie komórek, które są osadzone na odpowiednim substytucie ECM, co pozwala na wspomaganie rozwoju tkanki. Trójwymiarowymi substytutami ECM są tzw. skafoldy, czyli sztuczne rusztowania komórkowe. Dobrze zaprojektowane, powinny być korzystną konstrukcją dla adhezji, namnażania oraz różnicowania się komórek, przez co mogą spełniać równocześnie wiele istotnych funkcji. Z tego względu, niezwykle istotną rolę odgrywa materiał wykorzystany do wytworzenia skafoldów. Obecnie stosuje się takie materiały jak metale, bioceramikę, polimery czy kompozyty, które muszą się charakteryzować odpowiednią biozgodnością. Jednymi z najczęściej badanych materiałów, które można zastosować do wytworzenia sztucznych rusztowań są polimerowe hydrożele. Dzięki swoim fizycznym właściwościom, upodabniającymi je do naturalnych tkanek, biozgodności i możliwości dyfuzji różnych substancji, hydrożele tworzą wydajne środowisko do wzrostu komórek. Obecnie powszechnie rozwijanym podejściem jest projektowanie materiałów nowej generacji, jakimi są funkcjonalne nanokompozyty. Ich interesująca struktura i właściwości sprawiają, że mogą być one użyte jako sztuczne rusztowania komórkowe do odbudowy tkanek, w tym tkanki kostnej.

Mając na uwadze fakt, iż do tej pory nie udało się uzyskać materiału, który byłby całkowicie obojętny dla organizmu i posiadał właściwości takie jak żywa tkanka, przedmiotem badań realizowanych w ramach interdyscyplinarnej pracy doktorskiej jest zaprojektowanie, otrzymanie i scharakteryzowanie bioaktywnych nanokompozytów, potencjalnie przydatnych jako rusztowania (skafoldy) do hodowli komórkowych dla potrzeb inżynierii tkankowej, w szczególności do regeneracji tkanki kostnej. Opracowywane nanokompozyty bazują na matrycy hydrożelowej, w której rozpraszane są dodatkowe komponenty nieorganiczne, tworząc stabilne strukturalnie materiały o pożądanymi właściwościami, zależnych od składu nanokompozytów. Rozwijane są dwie główne koncepcje: hybrydowy materiał hydrożelowy bazujący na matrycy hydrożelowej z rozproszonymi cząstkami krzemionki do zastosowań w formie wstrzykiwalnej oraz hybrydowy magnetyczny materiał hydrożelowy bazujący na matrycy hydrożelowej z rozproszonymi nanocząstkami magnetycznymi do zastosowań w formie gotowej usieciowanej struktury. Krzemionka może nadać materiałowi właściwości bioaktywne dzięki możliwości formowania się na jej powierzchni apatytów w środowisku sztucznego osocza (SBF), a taki układ może dodatkowo służyć jako nośnik alendronianu sodu – leku stosowanego w leczeniu osteoporozy. Nanocząstki magnetyczne rozproszone w hydrożelu nadają mu właściwości magnetyczne, co umożliwia potencjalne wykorzystanie zewnętrznego pola magnetycznego jako czynnika poprawiającego efektywność regeneracji tkanki kostnej. Otrzymane nanokompozyty są badane pod względem właściwości fizykochemicznych i biologicznych, które są istotne z punktu widzenia zastosowań w inżynierii tkankowej. Finalnym etapem badań będzie otrzymanie stabilnych trójwymiarowych rusztowań o zdefiniowanej architekturze porów, dzięki drukowaniu 3D metodą ekstruzji. Technologie druku 3D odgrywają coraz większą rolę w otrzymywaniu implantów i rusztowań komórkowych dla potrzeb inżynierii tkankowej ze względu na możliwość uzyskania materiałów o właściwej architekturze porów dla migracji i wiązania się komórek, co pozwoli w dalszej perspektywie na projektowanie sztucznych tkanek.