

Chirurgia, czy inne dziedziny medycyny, jak kosmetologia i traumatologia pragną odkrycia wszczepialnego materiału, który służyłby jako rusztowanie dla wzrostu tkanek. Nasz zespół i inni zaobserwowali, że po termicznym rozkładzie fragmenty roślin zachowują swoją unikalną strukturę biomorficzną, trudną do uzyskania przy użyciu konwencjonalnych technik. Możliwe jest cięcie monolitycznych materiałów węglowych o pożądanym kształcie tradycyjnymi, prostymi metodami. Wydaje się, że te biomorficzne materiały spełniają przynajmniej podstawowe wymagania dotyczące wspomagania wzrostu komórek i rozwoju naczyń mikrokrążenia. Takie materiały nie były do tej pory szeroko badane. Celem projektu jest zdobycie szerszej wiedzy na temat wymaganych parametrów, które umożliwiłyby wstępną obróbkę fragmentów materii organicznej, a następnie przekształcenie ich w materiał wspomagający wzrost tkanek i mogący służyć jako prekursor w medycynie regeneracyjnej. Zanim taka adaptacja materiałów mogłaby nastąpić, trzeba zgromadzić znaczną ilość podstawowej wiedzy.

Nasze wstępne dane wskazują, że powolny rozkład materii organicznej pod wpływem ciepła, czyli pirolizy, prowadzi do wzrostu zawartości węgla w produktach (karbonizacja). W trakcie tego procesu następuje rozkład termiczny substancji organicznej i związków lotnych (drewno składa się głównie z trzech polimerów: celulozy, hemicelulozy i ligniny), czego efektem jest wysoce porowaty produkt (produkt karbonizacji). Wraz z usuwaniem niskocząsteczkowych związków lotnych wzrasta koncentracja węgla w produkcie rozkładu termicznego, jednocześnie tworzy się pierwotna struktura porowata, wzrasta wytrzymałość mechaniczna. Karbonizacja w bardzo wysokich temperaturach tworzy porowatość wtórną i porządkuje strukturę ciągłej materii węglowej, która przechodzi w strukturę grafitową lub turbostratyczną. Oba czynniki, tj. uporządkowanie struktury i porowatość silnie wpływają na reaktywność: im wyższa porowatość i im niższe uporządkowanie, tym wyższa reaktywność chemiczna. Zatem należy zgromadzić odpowiednią wiedzę na temat warunków ogrzewania i atmosfery gazowej (pirolizy). Szczególnie ważna jest wiedza o tym, jak takie warunki wpływają na naprężenia odkształceniowe, zwilżalność, inne właściwości biofizyczne i biokompatybilność otrzymanych struktur. Nasze dotychczasowe badania nad prekursorami roślinnymi nie obejmowały szczegółowych analiz stanu naprężenia i odkształcenia wywołanego obciążeniami, np. fizjologicznymi, w celu oceny przydatności w przyszłości tych materiałów w chirurgii urazowej. Stąd też te aspekty będą systematycznie badane, a uzyskane dane zostaną wprowadzone do modeli matematycznych do eksploracji danych ex-silico. W szczególności chcielibyśmy zamodelować, w jaki sposób takie struktury otrzymane przez karbonizację będą oddziaływać, np. ze strukturami kostnymi, pod wpływem działania typowych sił fizjologicznych.

W ramach projektu zostaną przetestowane również różne sposoby obróbki takich struktur, jak np. aktywacja dwutlenkiem węgla w celu poszerzenia powierzchni wewnętrznej, by spowodować osadzanie się cząsteczek hydroksyapatytu na strukturach biomorficznych dla zwiększenia ich biokompatybilności z komórkami kościotwórczymi, tzw. osteoblastami. Wreszcie, najbardziej obiecujące biomateriały powstałe w wyniku opisanych powyżej eksperymentów zostaną przetestowane pod kątem wsparcia transdyferencji mezenchymalnych komórek macierzystych pochodzących z tkanki tłuszczowej. Transdyferencja to szybka, bezpieczna i bardzo obiecująca procedura bezpośredniej konwersji jednego typu komórek w inny. Ponieważ istnieje kilka protokołów pozwalających na przeprowadzenie transdyferencji bez użycia materiału genetycznego, jest ona bardzo obiecująca jako źródło dużej ilości bezpiecznych komórek do zabiegów biomedycznych.