

УДК 543.424.2 + 616.71-003.93

РАСШИРЕННЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОИМПЛАНТАТОВ ИЗ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ

© Фролов О.О.¹, Волова Л.Т.², Тимченко П.Е.¹, Тимченко Е.В.¹

e-mail: timpavel@mail.ru

¹Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

²Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Российская Федерация

Биоимплантаты из тканей человека широко используются для реконструкции и восстановления структуры опорных и соединительных тканей реципиента. Обеспечение полной регенерации костной ткани в области дефектных участков кости – одна из острейших проблем современной медицины. Решить её можно, создав оптимальные условия для регенераторных процессов в зонах её резорбции. Один из путей – использование костнопластических материалов [1, 2]. Среди них аллогенные имплантаты из тканей человека являются оптимальными материалами для реконструкции повреждений опорно-двигательной системы.

В процессе изготовления биоимплантатов необходим постоянный мониторинг их контроля качества с оценкой органической составляющей. В настоящее время качество биоимплантатов может оцениваться *in vitro* с помощью комплекса морфологических, морфометрических, биохимических исследований, однако, их недостатком является низкое быстродействие и деструктивное воздействие на объект. Поэтому применение оптических методов весьма перспективно так как они могут использоваться без разрушения представленных образцов, а также как скрининговые, быстро выполняемые и малозатратные [3].

Целью работы являлась оценка минерализованных костных имплантатов в процессе их изготовления методом спектроскопии комбинационного рассеяния.

Объектами исследования являлись 48 образцов биоимплантов губчатой кости в форме куба размерами 5*5*5 мм, изготовленные по технологии «Лиопласт»® (ТУ-9398-001-01963143-2004). и разделенные на 8 групп по степени деминерализации, способу получения и степени ультразвуковой обработки.

В качестве основного метода анализа биоимплантов был использован метод спектроскопии комбинационного рассеяния, реализуемый с помощью экспериментального стенда, включающий в себя рамановский пробник RPB-785 (фокусное расстояние 7,5 мм), совмещенный с лазерным модулем LuxxMaster LML-785.0RB-04 (мощность до 500 мВт, длина волны $784,7 \pm 0,05$ нм) и высокоразрешающий цифровой спектрометр Shamrock sr-303i, обеспечивающий спектральное разрешение 0,15 нм, со встроенной охлаждаемой камерой DV420A-OE (спектральный диапазон 200-1200 нм). Обработка спектров была проведена в программной среде Wolfram Mathematica 10.

В результате работы была проведена сравнительная спектральная оценка компонентного состава поверхностей образцов имплантатов на основе костной ткани, различных источников получения, изготовленных по технологии «Лиопласт», с ультразвуковой обработкой и без нее.

Деконволюция спектров методом подбора спектрального контура и хемометрический анализ методом главных компонент позволяют провести расширенный компонентный качественный и количественный анализ биоимплантатов по содержанию основных показателей биоматрикса: коллагенов, протеинов, гликозаминогликанов, гидроксиапатита, ДНК / РНК и установить наиболее репрезентативные параметры, влияющие на качество имплантатов при экспресс-оценке.

Установлено, что основные различия проявляются в линиях КР 1448, 1735 см^{-1} (липиды и жирные кислоты), 850 и 875 см^{-1} (пролин и гидроксипролин), 1001 и 1026 см^{-1} (фенилаланин) и 1272, 1560 см^{-1} (амид II, амид III).

Введены коэффициенты и проведён двумерный анализ, который показал, что при обработке сохраняются основные компоненты экстрацеллюлярного матрикса, необходимые для реализации остеоиндуктивных и остеокондуктивных свойств биоматериалов, и удаляются липиды, что повышает качество материала, обеспечивающего возможность хорошего клинического эффекта.

Таким образом, оптический метод оценки биоимплантатов по введенным спектральным отношениям может быть в дальнейшем использован для оптимизации процесса их изготовления в результате улучшения качества изготовленного материала и подбора индивидуализации параметров его обработки.

Библиографический список

1. Muslimov, S.A., Morphological Aspects of Regenerative Surgery / S.A. Muslimov, -Ufa: Bashkortostan, 2000. – 168 p.
2. Ladonin, S.V., Belozertseva, E.A., Application of allogeneic demineralized bone implants in the treatment of chronic osteomyelitis in an experiment / S.V. Ladonin, E.A. Belozertseva, Topical issues of tissue and cell transplantology: Moscow, СИТО, 2007. – 27 p.
3. Chiang, H. K., Peng F.-Y., Hung S.-C. and Feng Y.-C. In situ Raman spectroscopic monitoring of hydroxyapatite as human mesenchymal stem cells differentiate into osteoblasts [Текст]/ H. K. Chiang, F.-Y. Peng, S.-C. Hung and Y.-C. Feng, J. Raman Spectrosc. 2009. – P. 546-549.