

Структурные исследования биогибридных материалов, разрабатываемых для регенеративной медицины

Ю.Е. Горшкова

Объединенный институт ядерных исследований, 141980, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6

E-mail: yulia.gorshkova@jinr.ru

Создание инновационных биогибридных материалов для тканевой инженерии и трансплантологии многократно возросло в последние десятилетия. Выявление высокопотенциальных биоконструктов с требуемыми физико-химическими или механическими свойствами возможно уже на этапе структурных исследований методами малоуглового нейтронного и рентгеновского рассеяния (МУРН/МУРР).

Так, в работе [1] продемонстрирована эффективность МУРН в разработке покрывных материалов из бактериальной целлюлозы (БЦ) при лечении ожогов. Под действием ферментов размер и форма компонентов полимерной матрицы БЦ приближаются к размерам и форме компонентов природного коллагена: после 24 часов ферментативного гидролиза толщина нанолента увеличилась с 8,4 до 13,8 нм, а ширина достигла > 330 нм. Введение в матрицу БЦ биоцидов позволяет получать биоматериалы с противомикробными свойствами [2]. Мезоструктура композитных гидрогелей на основе целлюлозы *Gluconacetobacter xylinus* и поли-1-винил-1,2,4-триазола с наночастицами меди изучена в диапазоне от 1,6 нм до 2,5 мкм.

Кроме того, МУРР может успешно использоваться в качестве аттестационного метода для материалов, разрабатываемых для регенеративной медицины. Контроль структуры в процессе дегидротермической сшивки стромальных роговичных свиных трансплантатов проведен на станции XEUSS 3.0 [3]. Укорочение фибрилл вдоль оси на 3 нм при 140°C следует рассматривать как критическое явление, приводящее к потере прочности; уменьшение среднего расстояния между тройными спиралями в четвертичной структуре может быть обусловлено термической деградацией полисахаридов. Выявлено, что структура трансплантатов более чувствительна к изменениям температуры, чем влажности.

Исследование сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) *in situ*, используемого для создания эндопротеза тазобедренного сустава, при растяжении позволили определить максимальную нагрузку, при которой структура сохраняет периодичность, при этом период ламеллярной фазы увеличивается с 11,5 нм, до 15,9 нм, отражая эффект деформации материала.

Список литературы

- [1] L.A. Ivanova, K.B. Ustinovich, et al., *Materials*. **2020**, 13, 2087.
- [2] R.Yu. Smyslov, G.P. Kopitsa, et al., *Smart Materials in Medicine*. **2022**, 3, 274.
- [3] С.И. Анисимов, И.А. Попов, и др., *The EYE ГИАЗ*. **2023**, 25(3), 215-223.