

3D БИОПЕЧАТЬ ГИДРОГЕЛЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ

Петрова Е. А. (Университет ИТМО), **Ушакова А. А.** (Университет ИТМО) **Лаврентьева М.П.** (Университет ИТМО), **Махаева Л.Н.** (ГФМЛ №30), **Божокин М.С** (Национальный Медицинский Исследовательский центр Травматологии и Ортопедии им Р. Р. Вредена)
Научный руководитель – Егорова В.В. (Университет ИТМО)

Введение. Повреждение суставного хряща является распространенным клиническим состоянием, возникающим в результате травмы, опухолей, инфекции и других факторов. Отсутствие кровеносных сосудов, нервов и лимфатических сосудов в хрящевой ткани серьезно ограничивает ее способность к самовосстановлению после травмы. Современные методы лечения, такие как консервативная медикаментозная терапия и эндопротезирование сустава, имеют ряд ограничений [1]. Использование технологии 3D-биопечати представляет собой перспективный подход для решения данной проблемы. Он обеспечивает равномерное распределение клеток в структурах, стерильность процесса, а также возможность создания персонализированных клеточно-инженерных конструкций и регулировки их механических свойств [2].

Основная часть. Была разработана серия гидрогелевых композиций для использования в качестве чернил для 3D биопечати. Биомиметической составляющей гидрогелей выступают такие полимеры как желатин, коллаген I типа и гиалуроновая кислота. В качестве сшивающего агента был синтезирован окисленный альгинат натрия, а также было рассчитано количество полученных альдегидных групп. По результатам флип-тестов были построены диаграммы золь-гель переходов, зависящие от температуры и массового соотношения компонентов. В ходе реологических исследований были измерены показатели вязкости, тиксотропности и компрессионного модуля Юнга. Результаты показали, что характеристика жесткость гидрогелей модулируется в зависимости от соотношения компонентов, а также от их степени сшивки. Полученные гидрогели демонстрируют тиксотропные свойства, являясь псевдопластичными жидкостями с ярко выраженным пределом текучести, который представляет собой минимальное давление, необходимое для разжижения вязкоэластичной жидкости. Такое поведение обеспечивает возможность включения в гидрогель линии клеток, получая «биочернила», в которых в процессе 3D гель-экструзионной печати клетки сохраняют жизнеспособность. Исследование гидрогеля на цитотоксичность проводилось на линии мезенхимальных стволовых клеток (МСК) с использованием резазуринового теста. Выживаемость клеточной культуры в большинстве образцов составила более 100% по истечении 7 суток инкубации. Была проведена 3D биопечать клеточно-инженерных конструкций выбранными в ходе предыдущих исследований с включением линии МСК и последующей оценкой жизнеспособности и морфологии клеток с помощью окраски флуоресцентными красителями.

Выводы. Полученные гидрогели являются перспективными для использования в регенерации хрящевой ткани. Результаты исследований подтверждают, что данные гели пригодны для 3D биопечати и способствуют клеточному росту. Особенностью данной технологии является легкодоступные и относительно недорогие исходные материалы.

Работа выполнена при финансовой поддержке призового фонда конкурса «Биофабрикация, биопринтинг и проектная деятельность» Фонда поддержки инноваций и молодежных инициатив Санкт-Петербурга. Донорная культура клеток была предоставлена Национальный Медицинский Исследовательский центр Травматологии и Ортопедии им Р. Р. Вредена.

Список использованных источников:

1. Maohua Chen, Zhiyuan Jiang, Xiuyuan Zou, Xiaobo You, Zhen Cai, Jinming Huang (2024). Advancements in tissue engineering for articular cartilage regeneration. *Heliyon*,
2. Mouser, V. H. M., Levato, R., Bonassar, L. J., D'Lima, D. D., Grande, D. A., Klein, T. J., Saris, D. B. F., Zenobi-Wong, M., Gawlitta, D., & Malda, J. (2017). Three-Dimensional Bioprinting and Its Potential in the Field of Articular Cartilage Regeneration. *Cartilage*, 8(4), 327–340.

Петрова Е. А. (автор)

Подпись

Егорова В.В (научный руководитель)

Подпись