

**Работка состава гидрогелевых биочернил, включающих в себя
внеклеточные везикулы и факторы роста, для 3D биопечати**

Научный руководитель – Тимашев Пётр Сергеевич

Величко Вера Владимировна

Аспирант

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова,
Москва, Россия

E-mail: vera.velichkon@yandex.ru

В.В. Величко¹, А.М. Сенковенко¹, П.Ю. Бикмулина¹, П.С. Тимашев¹

Аспирант, 1-го года обучения

¹ *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия*

E-mail: velichko_v_v@student.sechenov.ru

Лечение тяжелых форм генерализованного пародонтита, особенно у пациентов с сопутствующим иммунодефицитом (включая ВИЧ-инфицированных), остается одной из наиболее сложных задач современной стоматологии [1]. Традиционные методы не обеспечивают восстановления сложной архитектуры периодонтальной связки, что определяет необходимость создания новых биоматериалов, способных не только поддерживать клеточную жизнеспособность и пролиферацию, но и одновременно модулировать воспаление, стимулировать неоваскуляризацию и направлять тканевую регенерацию [2].

Целью данной работы стала разработка полимерной гидрогелевой композиции для экструзионной 3D-биопечати тканеинженерных эквивалентов пародонта с использованием клеточных сфероидов и биологически активных факторов.

Основой для биочернил был выбран альгинат натрия. Были протестированы различные концентрации (1%; 1,5%; 3%; 5,5%; 11%) с добавлением 2,5% фибрина, полиэтиленгликоля (PEG), VEGF и внеклеточных везикул (экзосом), выделенных из мезенхимных стромальных клеток (МСК) пупочного канатика. Реологические свойства полученных гидрогелей изучали на ротационном реометре на предмет диапазона вязкоупругости, температурной зависимости и вязкости. Печать осуществляли методом FRESH (Freeform Reversible Embedding of Suspended Hydrogels) в желатиновую суспензию, что позволило формировать сложные пористые структуры, имитирующие архитектуру периодонтальной связки. В качестве клеточного компонента были использованы сфероиды МСК десны. Проводили анализ жизнеспособности и метаболической активности клеток методами Alamar Blue, Live/Dead и PicoGreen на 7 и 14 сутки культивирования.

В ходе работы было установлено, что гидрогель на основе 5,5% альгината с добавлением фибрина, ПЭГ, внеклеточных везикул и VEGF обладает оптимальными механическими свойствами и высокой биосовместимостью. Добавление биологически активных факторов способствовало повышению метаболической активности клеток и усилению их функционального потенциала. Интеграция сфероидов в напечатанные конструкторы прошла успешно, без массовой гибели клеток, что указывает на перспективность использования данного подхода в регенеративной медицине. Однако были выявлены ограничения, связанные с плотностью гидрогеля, которая затрудняет миграцию клеток и снижает проницаемость матрикса для питательных веществ. Для дальнейшего развития технологии необходимы исследования *in vivo*, направленные на изучение долгосрочной стабильности и функциональной активности конструктора в условиях организма.

Источники и литература

- 1) 1. Есян, Л. К. Изучение распространенности поражения твердых тканей зубов и пародонта у больных с ВИЧ-инфекцией / Л. К. Есян, В. Ю. Азатян // Проблемы стоматологии. 2018. Т. 14, № 3. С. 17–21.
- 2) 2. Groenewegen, H. Severe periodontitis is more common in HIV-infected patients / H. Groenewegen, W. F. W. Bierman, K. Delli et al. // Journal of Infection. 2019. Vol. 78, № 3. P. 171–177.