

**Технология создания полых 3D-биопечатных конструкций с помощью фототермии**

**Научный руководитель – Деев Сергей Михайлович**

***Баранова Арина Сергеевна***

*Студент (бакалавр)*

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

Физико-технологический факультет, Москва, Россия

*E-mail: mrsvinograd@yandex.ru*

Использование клеточной биопечати для регенеративной медицины является одной из наиболее инновационных идей в области тканевой инженерии. Несмотря на стремительное развитие технологии 3D-биопечати остаются проблемы с васкуляризацией и иннервацией изготовленных конструкций. Разработано несколько стратегий для создания сосудистой сети в объемных тканевых структурах [1]. Наиболее перспективной кажется методика, подразумевающая использование «жертвенного материала», когда часть тканевых сфероидов, которыми осуществляется биопечать, подвергается фототермии и удаляется из конструкции [3]. Агентом для локального нагрева были выбраны наночастицы, способные вызывать повышение температуры и окислительный стресс в клетках, тем самым разрушая межклеточные контакты и облегчая формирование полостей [2].

В данной работе были изучены фототермические и цитотоксические свойства наночастиц гексаборида лантана ( $\text{LaB}_6$ ) и алюмокарбида титана ( $\text{Ti}_3\text{AlC}_2$ ), полученных методом лазерной абляции в жидкости, на монослое и сфероидах из клеточной линии НЕК293. Исследованы параметры образования активных форм кислорода (АФК), а также с помощью микротензиометра были определены изменения упругих свойств сфероидов после нагрева. Изучены процесс формирования агрегата из нескольких сфероидов, как модели единичного слоя будущей тканевой конструкции, и то, как лазерное излучение влияет на клетки в данных условиях с помощью окрашивания йодидом пропидия.

Наночастицы из-за эффекта поверхностного плазмонного резонанса имеют свойство нагреваться и выделять АФК под действием лазерного излучения, тем самым оказывая цитотоксическое воздействие на окружающие клетки. Умеренный нагрев вызывает размягчение тканевых сфероидов, что является благоприятным фактором для использования фототермии в биопечати. С помощью микроскопии показано, что в составе агрегатов клетки в сфероидах с наночастицами преимущественно погибают, а сфероиды без наночастиц не восприимчивы к лазерному воздействию в течение 1-3 минут. На примере плоской конструкции было доказано, что использование наночастиц в составе сфероидов для фототермии может обеспечивать избирательный нагрев для дальнейшей элиминации материала и создания полых структур в 3D-биопечати.

**Источники и литература**

- 1) S. Chae, D.-H. Ha, and H. Lee, “3D bioprinting strategy for engineering vascularized tissue models,” *Int. J. Bioprinting*, vol. 9, no. 5, p. 748, May 2023, doi: 10.18063/ijb.748.
- 2) P. Cherukuri, E. S. Glazer, and S. A. Curley, “Targeted hyperthermia using metal nanoparticles,” *Adv. Drug Deliv. Rev.*, vol. 62, no. 3, pp. 339–345, Mar. 2010, doi: 10.1016/j.addr.2009.11.006.
- 3) A. Robu, V. Mironov, and A. Neagu, “Using Sacrificial Cell Spheroids for the Bioprinting of Perfusable 3D Tissue and Organ Constructs: A Computational Study,” *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2019, pp. 1–9, May 2019, doi: 10.1155/2019/7853586.

Иллюстрации

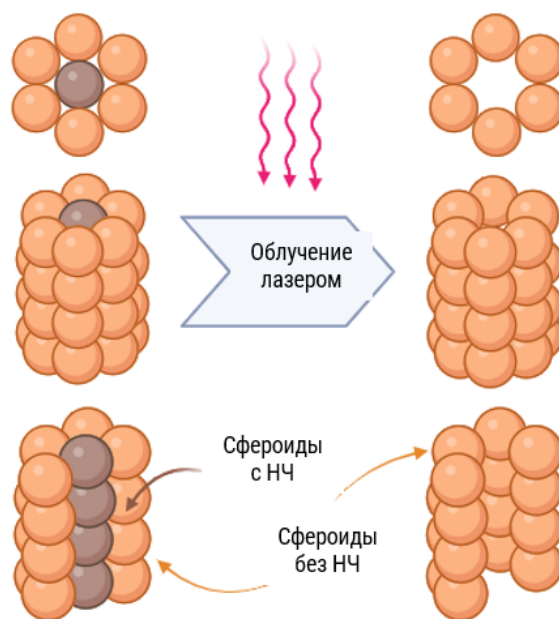


Рис. : Схема, иллюстрирующая технологию