

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бикмулиной Полины Юрьевны на тему: «Фабрикация гидрогелевых тканеинженерных конструкций на основе мезенхимных стромальных клеток с использованием методов 3D биопечати и фотобиомодуляции в красном и ближнем инфракрасном диапазоне», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.1.10. Биомеханика и биоинженерия, 1.5.22. Клеточная биология.

Актуальность темы исследования

Разработка передовых технологий биопечати и тканевой инженерии представляет одно из наиболее перспективных направлений современной биоинженерии и регенеративной медицины. Особое внимание исследователей привлекает создание новых гидрогелевых составов, которые служат основой для биочернил - специальных материалов, используемых в 3D биопечати живых тканей. Эти гидрогели должны не только обеспечивать оптимальные условия для жизнедеятельности клеток, но и обладать подходящими механическими свойствами для точной печати сложных трехмерных структур.

Одним из перспективных подходов становится использование клеточных сфероидов, которые моделируют естественную тканевую организацию. В данном контексте также особый интерес представляет фотобиомодуляция - метод, использующий свет определенных длин волн для стимуляции клеточной активности. Сочетание этих трех элементов - новых гидрогелевых составов, клеточных сфероидов и фотобиомодуляции - открывает уникальные возможности для преодоления существующих ограничений в тканевой инженерии. Такой комплексный подход позволяет значительно улучшать функциональные характеристики тканевых конструкций и их приживаемость после трансплантации.

Научная новизна исследования

В диссертационной работе впервые разработан комплексный подход к созданию гидрогелевых тканеинженерных конструкций на основе мезенхимных стромальных клеток с комбинированным использованием методов 3D-биопечати и фотобиомодуляции. Научная новизна работы заключается в разработке состава гидрогеля из натуральных полимеров с добавлением кросслинкера, обеспечивающего двухэтапную сшивку и контролируемые реологические свойства. Было продемонстрировано создание комплексного протокола оценки качества тканеинженерных конструкций, что важно для понимания физиологических процессов, происходящих в трехмерных условиях.

Научно-практическая значимость работы

Практическая ценность исследования подтверждается обширным описанием методических подходов для получения и оценки свойств тканеинженерных конструкций, возможностью применения технологии для различных типов тканей, и в целом внедрением результатов в научно-исследовательскую деятельность.

Достоверность результатов исследования

Достоверность полученных результатов обеспечена репрезентативным объемом экспериментальных данных, применением современных методов исследования, корректной статистической обработкой результатов.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Критических замечаний к представленной диссертационной работе нет, однако в процессе прочтения возникли некоторые вопросы:

1. Каковы потенциальные механизмы влияния различных параметров фотобиомодуляции на дифференцировочный потенциал мезенхимных стромальных клеток в условиях трехмерного культивирования?
2. Каким образом вариабельность донорского материала может влиять на воспроизводимость и эффективность предложенного метода биофабрикации?
3. Страница 66, рис. 13 – проводил ли автор исследования полученных сфероидов с помощью конфокальной микроскопии или гистологические исследования после получения срезов?
4. Чем обусловлено увеличение прозрачности фибринового гидрогеля после добавления ПЭГ?
5. Рис. 18 – Чем обусловлена разница в результатах метаболической активности и пролиферации клеток, культивируемых в сфероидах и в 2D – условиях? Почему в метаболической активности разницы нет, а в пролиферации есть? Проводили ли анализ жизнеспособности клеток, культивируемых в 2D – условиях?
6. Поясните, пожалуйста, температуру печати с желатиновыми чернилами «Так как в работе использовали биочернила на основе температурозависимого желатина, было предусмотрено поддержание температуры 23^oС на всех этапах биопечати. При постоянном перемешивании картридж с биочернилами охлаждали и помещали в печатающую головку биопринтера с температурным контролем».

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей ценности работы.

Заключение

Таким образом, по данным автореферата, диссертационная работа Бикмулиной П.Ю. на тему: «Фабрикация гидрогелевых тканеинженерных конструкций на основе мезенхимных стромальных клеток с использованием методов 3D биопечати и фотобиомодуляции в красном и ближнем инфракрасном диапазоне» на соискание ученой степени кандидата биологических наук полностью соответствует требованиям п. 16 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения

Российской Федерации (Сеченовский Университет), утвержденного приказом ректора № 0692/Р от 06.06.2022 года (с изменениями, утвержденными: приказом №1179/Р от 29.08.2023г., приказом №0787/Р от 24.05.2024г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор диссертационного исследования Бикмулина Полина Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.1.10. Биомеханика и биоинженерия, 1.5.22. Клеточная биология.

кандидат биологических наук
Ведущий научный сотрудник,
Институт цитологии Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

« 11 » 09 2025г.

 Нащекина Юлия Александровна

Подпись Нащеквиной Ю.А. заверяю

Место работы *ИИИ РАН*

Должность *зав. кавис*

 ФИО *Блаженко И.В.*

Институт цитологии РАН ФГБУН (194064, г. Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, 4 ,
+7 (812) 297 18 29, cellbio@incras.ru)