

ISSN 2313-1829

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# Гены & Клетки

Том XVII, №3, 2022

Журнал рекомендован ВАК Министерства образования  
и науки РФ для публикования основных научных  
результатов диссертаций на соискание  
ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал включен в российские и международные  
библиографические и реферативные базы данных:  
eLIBRARY ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com))

турное развитие аддитивных технологий в последнее десятилетие открыло возможность изготовления персонализированных медицинских изделий, в том числе сложной формы, оптимизированных под конкретного пациента. Особенно перспективным направлением представляется получение биоразлагаемых имплантатов, распадающихся в организме после выполнения своей функции на безопасные продукты. Стандартом хирургического лечения пациентов с грыжами межпозвонковых дисков является дисцеэктомия. Для создания спондилодеза после дисцеэктомии применяются межпозвонковые кейджи. В настоящее время в практике применяются неразлагаемые кейджи из титана, керамики и PEEK. Однако их использование может быть сопряжено с рядом осложнений в долгосрочном периоде: псевдоартроз, проседание или смещение имплантата, остеопороз и др. Целью настоящего исследования было создание персонализированного биоразлагаемого кейджа на основе полиполактида для сращения поясничных позвонков.

На первом этапе по данным КТ пациента создавали трехмерную твердотельную модель сегмента позвоночника, требующего лечения. Далее по полученной модели создавали трехмерную модель персонализированного межтелевого кейджа. Форма и размер кейджа в точности соответствовали анатомии позвоночника, а его высота определялась необходимым расстоянием между телами позвонков. Кейдж состоял из внешнего сплошного контура, обеспечивающего несущую способность и прочность изделия, и внутренней пористой части (скаффолда) для прорастания через нее костной ткани. Изделие изготавливали из биоразлагаемого полимера полиполактида (PLA) методом FDM-печати на 3D-принтере Picaso Designer PRO 250. Кейдж дополнительно покрывали гидроксиапатитом, который обладает остеоиндуктивными и остеокондуктивными свойствами. Механические испытания кейджа на сжатие были проведены на испытательной машине INSTRON 5965 при температуре 37 °C. Установлено, что изделие способно выдерживать усилие как минимум в 500 кг, что гарантирует прочность и целостность имплантата при физиологических нагрузках. Методом 3D-печати также изготавливали необходимую для установки кейджа пластины и винты. Дизайн пластины оптимизировали с применением конечно-элементного моделирования, что позволило создать наиболее ажурную и легкую конструкцию. Для верификации способности оптимизированной пластины выдерживать физиологические нагрузки провели численный анализ напряженно-деформированного состояния при следующих условиях: нагрузка 100 кг, изгибающий момент 700 Н · мм. Установлено, что возникающие напряжения достигали 43 МПа и не превышали предела прочности материала (70 МПа). Таким образом, показано, что метод 3D-печати является перспективным при изготовлении персонализированного кейджа и фиксирующей пластины для спондилодеза.

#### ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ПЛЕНОЧНЫХ РАНЕВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХИТИН-ХИТОЗАНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ИЗ БИОМАССЫ ВЫСШИХ ГРИБОВ

Н.М. Семенихина, Д.В. Минаков,  
А.А. Минакова, Д.А. Филиппенко

ФГБОУ ВО Алтайский государственный университет,  
Барнаул, Россия

e-mail: asu.nii@mail.ru

Ключевые слова: регенеративная медицина, раневые покрытия, хитин, хитозан, культуры клеток, цитотоксичность.

В современной биомедицине при лечении ран особое внимание уделяется использованию нетоксичных, антибактериальных, биосовместимых и биодеградируемых полимерных волокон, таких как, хитин и его производное – хитозан. Альтернативным источником получения хитина может выступать биомасса высших грибов, полученных биотехнологическим способом. В связи с чем, разработка ранозаживляющих композиций на их основе является актуальным направлением исследований [1].

В качестве объектов исследования послужили пленочные материалы, полученные на основе хитин-глюкановых комплексов и их производных, выделенных из биомассы гриба A. mellea.

Исследование проводили согласно ГОСТ ISO 10993-5-2011. При этом оценивали три вида покрытий на основе карбоксиметилированного хитин-глюканового комплекса (1 группа), хитин-глюканового комплекса (2 группа), хитозан-глюканового комплекса (3 группа). Перед исследованием образцы подвергали автоклавированию. Оценку цитотоксичности проводили методом экстракции. В качестве клеточной культуры использовали 5 пассаж дермальных фибробластов, выделенных из кожи человека. При этом предварительно подготавливали монослои клеток, чтобы они достигали не менее 80%.

Качественную оценку клеток проводили путём визуального осмотра окрашенных кристалловидным способом клеток под микроскопом (Nikon). Оценивали изменение морфологии клеток опытных групп и сравнивали с контролем. Количественную оценку (пролиферативную активность) проводили при помощи XTT-теста (PanReac Applichem).

В ходе исследований при визуальном осмотре нами было выявлено минимальное количество различий по морфологии между первой и контрольной группами, в частности по характеру расположения клеток. Фибробlastы из второй группы изменили свою первоначальную веретеновидную форму на звездчатую и имели неодинаковый размер. Клетки третьей опытной группы не образовывали монослои, располагались отдельными кластерами, но сохраняли ядро.

При проведении XXT теста были выявлены схожие результаты после 4 и 6 часов культивирования. При этом максимальные значения были отмечены в контрольной группе, что связано с высокой пролиферативной активностью без воздействия токсических факторов. В опытной группе минимальные значения теста были выявлены в третьей опытной группе, что соответствует хитозан-глюкановому комплексу.

Таким образом, разрабатываемые раневые покрытия на основе хитин-хитозановых комплексов, обладают в той или иной мере степенью токсичности, которая связана в первую очередь с замедлением пролиферации клеток. При этом пленка на основе карбоксиметилированного хитин-глюканового комплекса проявила самую низкую токсичность, в связи с чем, может быть рекомендована для дальнейших испытаний.

#### Литература:

1. Минакова, А.А. Химические проблемы современности – Донецк, 2022. – С.284–287.