

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МУЛЬТИСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТОВ ХИТОЗАН/ПЕКТИН/Ag

**Жура А.В., Третьяк С.И., Сенило С.Б.**

*УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск,  
Республика Беларусь*

**Актуальность.** В современной медицине достаточно большое развитие получило применение синтетических материалов для коррекции и восстановления механических или функциональных дефектов множества органов. Внутривенные, мочевые, билиарные катетеры, стенты, водители ритма, сердечные клапаны, искусственные суставы и прочее представлены более чем 500 000 наименований [1]. Возможность развития при этом имплант-связанной инфекции представляет собой одну из серьезных проблем восстановительной хирургии особенно при необходимости длительного его применения. Особенно подвержены контаминации области установки импланта, которые находятся в ближайшем контакте с поверхностью кожи или желудочно-кишечным трактом. Одним из примеров является применение хирургических сеток для герниопластики. Операции по поводу неосложненной грыжи, как правило, не приводят к развитию инфекционных раневых осложнений. В тоже время герниопластика ущемленной или воспаленной грыжи уже подразумевает собой контаминацию или инфицирование зоны вмешательства, что привести к длительно текущему гнойному процессу, купировать который без удаления трансплантата практически невозможно. Одним из вариантов предупреждения таких осложнений может стать модификация сетчатых имплантов мультислойными нанопокрывтиями с антибактериальными антиадгезивными и/или бактерицидными свойствами [2, 3].

**Цель.** Оценить *in vitro* антимикробные свойства покрытий для хирургических имплантов на основе хитозана и пектина.

**Материалы и методы.** Были изготовлены 4 варианта покрытий на основе хитозана и пектина с включением молекулярного серебра: хитозан-пектин, хитозан-Ag-пектин, хитозан-пектин-Ag, хитозан-Ag-пектин-Ag. Для контроля использовали чистые стекла без покрытий.

Для оценки антимикробных свойств все образцы помещали в триптиказо-соевый бульон, содержащий тест-культуры грамположительных (*S.aureus*, ATCC 6538) и грамотрицательных бактерий (*E.Coli*, ATCC 11229), как одних из основных представителей имплантат-ассоциированных инфекций [4]. Флаконы на сутки помещали в термостат при 37°C. Спустя сутки образцы окунали в стерильный физиологический раствор и фиксировали метанолом.

Проводили подсчет количества клеток в выбранных полях зрения площадью 1000 мкм<sup>2</sup> на сериях микрофото. Учитывали клетки с сохранными

формой и структурой и клетки с нарушенной целостностью стенки. После подсчета по каждому образцу определяли среднее количество клеток.

**Результаты и выводы.** При электронной микроскопии контрольные образцы были практически полностью покрыты микробными клетками, количество поврежденных клеток было незначительное (3%).

В отношении *E.Coli* все исследуемые образцы показали антибактериальное действие. Выявлено практически двухкратное снижение количества клеток при пленках хитозан-пектин, хитозан-Ag-пектин. Такое уменьшение количества клеток связано, по-видимому, с антиадгезивным действием полисахаридного нанопокрывтия. Кроме того, доля поврежденных клеток (61% и 65% соответственно) была значительно выше на образцах с пленками, по сравнению с контролем (3%), что говорит о неблагоприятной среде обитания клеток.

Лучшие результаты получены при применении пленок с включенным в состав серебром в конце молекулы. При покрытии хитозан-пектин-Ag среднее количество микроорганизмов было в 6,7 раза меньше, чем в контрольных образцах, и в 2-3 раза меньше, чем в других опытных. Практически все клетки были поврежденные (85%), присутствовали явно нежизнеспособные клетки с вытекшей цитоплазмой.

В отношении *S.Aureus* наилучший результат показала пленка хитозан-пектин, среднее количество клеток на 1000 мкм<sup>2</sup> было в 23 раза меньше, чем в контрольном образце. Средние результаты были у покрытий хитозан-пектин-Ag и хитозан-Ag-пектин-Ag: снижение в 1,4 и 1,6 раза по сравнению с контролем соответственно. Покрытие хитозан-Ag-пектин практически не показало антибактериального действия, количество клеток достоверно от контроля не отличалось.

Таким образом, пленка хитозан-пектин-Ag показала отличные результаты против грамотрицательных и хорошие против грамположительных микроорганизмов и может рассматриваться как потенциальное антибактериальное покрытие для хирургических имплантатов.

### Литература

1. Arciola, C.R. Implant infections: adhesion, biofilm formation and immune evasion / C.R. Arciola, Campoccia D., Montanaro L. // Microbiology. – 2018. – Vol.16. – P.397-409.
2. Zhu, X. Layer-by-layer assemblies for antibacterial applications / X. Zhu, X. Jun Loh // Biomater. Sci.. – 2015. – Vol.12. – P.1505-1518.
3. Banerjee, I. Antifouling Coatings: Recent Developments in the Design of Surfaces That Prevent Fouling by Proteins, Bacteria, and Marine Organisms / I. Banerjee, Pangule R.C., Kane R.S. // Adv. Mater.. – 2011. – Vol.114. – P.8883-8942.
4. Бузолева, Л.С. Имплантат-ассоциированные инфекции, связанные с проблемой биопленкообразования / Л.С. Бузолева, Пузь А.В., Синебрюхов

«Новое в хирургии: наука, практика, обучение»  
Республиканская научно-практическая конференция с международным участием,  
посвященная 100-летию кафедры общей хирургии БГМУ  
Минск, 24 сентября 2021 г.

С.Л., Гнеденков С.В., Ким А.В., Еськова А.И., Пономарева А.Л. //  
Современные проблемы науки и образования. – 2016. – №5. – С. 10-18.