# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И БИОРЕЗОРБТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

**Макаров Александр Юрьевич, Шабунин Антон Сергеевич, Маевская Екатерина Николаевна, Дресвянина Екатерина Николаевна, Панеях Моисей Бенеаминович, Юдин Владимир Евгеньевич, Зиновьев Евгений Владимирович**

Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И.Турнера. 196603, Санкт-Петербург, Парковая ул., 64

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 195251 Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

E-mail: makarov.alexandr97@mail.ru/

*Ключевые слова: шовный материал, хитозан, биорезорбция*

**Введение.** Шовный материал является крупнейшей группой применяемых материалов медицинского назначения. Высокая разнообразность нитей позволяет предположить, что на данный момент не существует идеального материала, отвечающего всем потребностям хирургической практики. Поэтому, актуальная проблема создания нового шовного материала для достижения новых качественных характеристик. Нами была выполнена работа по получению шовных нитей на основе хитозана, хитозана с добавлением в структуру нанофибрилл хитина (НФХ), с добавлением углеродных нанотрубок (УНТ), и хитозана с полипиррольным покрытием (ПП), проведено исследование их механических и биореактогенных свойств.

**Цель исследования.** Создание структурно нового хирургического шовного материала на основе хитозана, проведение оценки механических свойств и анализ взаимодействия с организмом при добавлении в структуру нанофибрилл хитина, углеродных нанотрубок, полипиррольного покрытия.

**Материалы и методы.** В работе были использованы полимеры со следующими характеристиками: хитозан с молекулярной массой 164 кДа и степенью деацетилирования 92%; НФХ длиной примерно 600 нм и диаметром 25 нм; УНТ концентрациями 0,5% и 1% и ПП. Коммерческие хирургические нити Softcat (BBraun) и Vicryl (J&J) с USP 5–0 использовали в качестве контрольных образцов.

Исследование механических свойств проводилось на разрывной установке Instron 5943 при комнатной температуре и скорости нагружения 10 мм/мин; базовая длина волокна составляла 100 мм.

Имплантационные испытания проводились на самцах крыс линии Wistar при внутримышечном и субфасциальном введении каждого из образцов. Спустя 14 и 91 сутки нити извлекались и подвергались микроскопическому и гистологическому исследованию.

**РезультатыР**езультаты механических испытаний. **Введение.** небольших концентраций НФХ (0,5%) в структуру хитозана приводит к увеличению разрывного напряжения волокон. Повышение концентрации до 30% сопровождается снижением механических характеристик. Добавление УНТ привело к получению самых прочных волокон — прочность на разрыв и модуль Юнга были максимальными среди всех групп, различий между концентрациями 0,5% и 1% не наблюдалось. Покрытие хитозана ПП привело к хрупкости и ломкости волокон, но увеличило показатель способности к растяжению до наивысшего среди исследуемых групп.

**Результаты.** имплантационных испытаний.

14-е сутки.

При гистологическом исследовании прилежащих тканей при внутримышечном введении всех образцов отмечалось полнокровие капилляров, мелкоочаговые кровоизлияния и образование плотной соединительнотканной капсуле.

При субфасциальном введении наблюдалась более выраженное образование капсулы. Вокруг образцов ПП отмечалось выраженное пролиферативное воспаление.

91-е сутки.

При макроскопическом исследовании отмечена сегментация имплантированных материалов на фрагменты средней длиной 2–4 мм.

При внутримышечной имплантации наблюдается развитие тонкой капсулы, минимальный тканевой ответ всех образцов, кроме хитозана с ПП. В его случае присутствует инфильтративный тканевой ответ и ускорение резорбции.

В случае субфасциальной имплантации для всех образцов наблюдалось более широкая капсула, тканевой ответ схож с внутримышечной имплантацией.

Для образцов хитозан-УНТ в обоих типах имплантации отмечается более выраженная тканевая реакция в группе с концентрацией в 1%, чем с 0,5% содержанием нанотрубок.

**Заключение.** Полученные данные позволяют выдвинуть следующие выводы:

Все экспериментальные образцы, кроме хитозана-ПП, обладают высокой степенью инертности, вследствие чего образуют вокруг себя соединительнотканную капсулу. Наличие данного качества позволяет в перспективе предположить их использование в областях, требующих длительного погружения шовного материала в ткани.

Различающиеся результаты тканевого ответа на 1% и 0,5% концентрации УНТ в структуре хитозана свидетельствуют о более перспективном использовании малых концентраций последних в структуре гибридных волокон.

Покрытие хитозанового волокна ПП приводит к существенному ускорению скорости резорбции материала, что позволяет предположить возможность его использования для регуляции скорости биодеградации хитозана.

Наивысшие показатели прочности на разрыв продемонстрировали волокна хитозана с добавлением УНТ.

**Результаты.** исследования свидетельствуют о перспективности дальнейшего углубленного исследования и последующего применения гибридных волокон на основе хитозана и их производных.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 19–73–30003.