

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 617:615.468.6:[615.281:546.54](043.3)

**Кабешев  
Борис Олегович**

**ПРОФИЛАКТИКА ИНФЕКЦИИ ОБЛАСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО  
ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПУТЁМ МОДИФИКАЦИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ  
НИТЕЙ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА  
(экспериментальное исследование)**

**Автореферат диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук**

по специальности 14.01.17 – хирургия

Гродно, 2015

Работа выполнена в учреждении образования «Гомельский государственный медицинский университет»

**Научный руководитель:** **Бонцевич Дмитрий Николаевич,**  
кандидат медицинских наук, доцент; доцент кафедры хирургических болезней № 3 с курсом урологии УО «Гомельский государственный медицинский университет» (г. Гомель)

**Официальные оппоненты:** **Мармыш Геннадий Григорьевич,**  
доктор медицинских наук, профессор; декан лечебного факультета УО «Гродненский государственный медицинский университет» (г. Гродно)  
**Алексеев Сергей Алексеевич,**  
доктор медицинских наук, профессор; заведующий кафедрой общей хирургии УО «Белорусский государственный медицинский университет» (г. Минск)

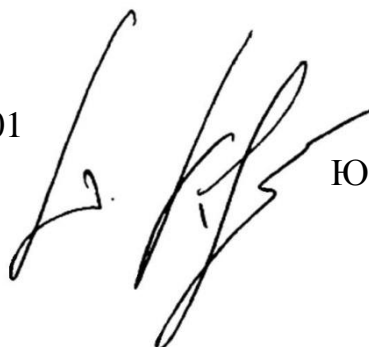
**Оппонирующая организация:** УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Защита состоится 15 января 2016 года в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 03.17.01 при УО «Гродненский государственный медицинский университет» по адресу: 230009, г. Гродно, ул. Горького, 80, конференц-зал. Тел./факс +375–152–72–22–18, E-mail: op-surgery@yandex.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Гродненский государственный медицинский университет»: 230009, г. Гродно, ул. Горького, 80.

Автореферат разослан «09» декабря 2015 года

Учёный секретарь  
совета по защите диссертаций Д 03.17.01  
кандидат медицинских наук, доцент



Ю.М. Киселевский

## Введение

Восстановление целостности тканей является неотъемлемой частью хирургического вмешательства и, несмотря на современное развитие хирургии, достигается в основном путём сшивания. На современном этапе шовный материал расценивают как инородное тело, имплантируемое в живой организм, в случае развития ассоциированной с ним инфекции приводящее к длительной и, как правило, малоэффективной и малоперспективной консервативной терапии [Буянов В.М., 2001; Гостищев В.К., 2007; Адамян А.А., 2008; S.Kathju et al., 2009; Голуб А.В., 2011]. На сегодня чётко определено значение шовного материала в развитии раневых осложнений [Фаткуллин И.Ф. и др., 1999; Мармыш Г.Г., 2002; Юшкевич А.В. и др., 2006; Бардахчиева Л.В. и др., 2007; Молокова О.А., 2007; Дрыга А.В., 2008; Третьяк С.И. и др., 2012]. От качества шовного материала и его структуры зависит реакция тканей на имплантант [Слепцов И.В., 2000; Буянов В.М., 2001; Буянов В.М. и др., 2002; Егиев В.Н. и др., 2002; Корпо А.В., Кравец Е.А., 2004; Носов В.Г., 2007]. В современной хирургии имеется в арсенале шовный материал с антибактериальным эффектом, но широкого применения в практической хирургии антибактериальных шовных материалов до сих пор не наблюдалось. Одной из причин данного обстоятельства является их недостаточная эффективность. Основным сдерживающим фактором для широкого использования антибиотиков является изменение микробного пейзажа инфекции области хирургического вмешательства и появление штаммов микроорганизмов, резистентных к одному или нескольким классам антиинфекционных химиопрепаратов [Ребенок Ж.А., 2000; Абаев Ю.К., 2003; Илюкевич Г.В., 2006; Сивец Н.Ф., 2007]. Актуальность проблемы профилактики инфекционных осложнений и антибиотикорезистентность микроорганизмов обусловили необходимость разработки и поиска новых антиинфекционных агентов, которые могут быть использованы на разных этапах хирургического лечения в целях профилактики гнойно-септических осложнений [Гаин М.Ю., Алексеев С.А., Стельмах В.А., 2002; Абаев Ю.К., 2003, Белоцерковский Б.З., Савельев В.С., Гельфанд Б.Р., 2006].

Развитие нанотехнологий позволило по-иному взглянуть и выявить новые свойства многих веществ и процессов, происходящих на атомарном и молекулярном уровне. Установлено, что известные с давних времён антибактериальные свойства серебра гораздо лучше выражены, если оно находится в виде наночастиц. И доказаны они в отношении многих видов микроорганизмов [Крутяков Ю.А., 2008; M.Raffi et al., 2008; Chen X., 2008; Гурин К.И., 2011; Попов В.А., 2013; K.Markowska, et al., 2013]. Закономерно возник интерес к использованию наночастиц серебра в медицине, в частности для лечения и профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

В современной медицине уже имеются практические разработки по использованию наноматериалов, в том числе содержащих наносеребро [Смотрин С.М., Довнар Р.И., 2011].

Ещё остаются малоизученными вопросы, касающиеся возможности получения и использования хирургического шовного материала с антибактериальным эффектом, обусловленным наличием наночастиц серебра (НЧС). Не изучены изменения физических свойств хирургического шовного материала после его модификации наночастицами серебра. Недостаточно или не охарактеризованы антибактериальные и токсические свойства шовного материала, модифицированного наночастицами серебра. Не описаны изменения в органах и тканях после имплантации шовного материала, модифицированного наночастицами серебра. Всё это определяет актуальность и научно-практическую значимость диссертационного исследования.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре хирургических болезней № 3 с курсом сердечно-сосудистой хирургии УО «Гомельский государственный медицинский университет» в рамках инициативной темы «Изучение свойств антибактериального хирургического шовного материала, модифицированного наночастицами серебра», которая зарегистрирована в БелИСА 06.10.2014 г., извещение о регистрации 08-21/3383 от 07.10.2014 г., номер государственной регистрации 20142462.

**Цель исследования:** разработать и экспериментально обосновать применение нового антибактериального хирургического шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, для профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

### **Задачи исследования:**

1. Разработать и получить новый антибактериальный шовный материал путём его модификации наночастицами серебра, синтезируемыми металлопаровым методом, и изучить его структуру, механопрочностные, гигроскопические и фрикционные свойства.

2. Определить степень токсического воздействия вытяжек из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, на биологические объекты.

3. Охарактеризовать антибактериальную активность модифицированного наночастицами серебра шовного материала *in vitro* в отношении музейных АТСС (American Type Culture Collection) и клинических штаммов микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*.

4. Обосновать в эксперименте эффективность использования модифицированного наночастицами серебра антибактериального шовного материала посредством имплантации его в ткани лабораторных животных.

#### **Объект и предмет исследования**

Объект исследования: хирургические шовные нити метрического размера 3, условного номера 2/0, на основе капрона, лавсана и шёлка, а также их аналоги, модифицированные наночастицами серебра. Биологические объекты: половые клетки крупного рогатого скота (сперматозоиды быка), 10 %-ная взвесь эритроцитов человека, культуры клеток: карцинома гортани человека *HEp2c*, спонтанно иммортализованные кератиноциты человека *HaCaT* и первичные фибробласты человека *hFB*, музейные АТСС и клинические штаммы микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli* и *P. aeruginosa*, беспородные половозрелые белые крысы (самцы).

Предмет исследования: структура, физические, токсикологические, антибактериальные и биологические свойства нового шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, полученными методом металлопарового синтеза.

**Научная новизна.** Впервые разработан способ модификации хирургического шовного материала наночастицами серебра (Хирургическая шовная нить : полезная модель 9821 Респ. Беларусь: МПК А 61L 17/00 (2006.01) / Бонцевич Д. Н., Васильков А. Ю., Кабешев Б. О., Шевченко Н. И., Надыров Э. А.; дата публикации : 30.12.2013.). Доказаны изменения структуры, механопрочностных, гигроскопических и трибологических фрикционных свойств шовного материала после его модификации наночастицами серебра. Определена степень токсического воздействия вытяжек из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, на половые клетки крупного рогатого скота (сперматозоиды быка), 10 %-ную взвесь эритроцитов человека, культуры клеток: карциномы гортани человека *HEp2c*, спонтанно иммортализованные кератиноциты человека *HaCaT* и первичные фибробласты человека *hFB*. Раскрыта антибактериальная активность шовного материала *in vitro*, модифицированного наночастицами серебра, в отношении музейных АТСС и клинических штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli* и *P. aeruginosa*. Детерминированы эффекты *in vivo* имплантации полученного нового шовного материала в органы и ткани лабораторных животных.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Хирургический шовный материал может быть модифицирован наночастицами серебра, полученными методом металлопарового синтеза. Хирургические шовные нити, модифицированные наночастицами серебра, прочнее немодифицированных, обладают удовлетворительными гигроскопическими и трибологическими свойствами.

2. Вытяжки из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, не оказывают токсического действия в на биологические объекты: половые клетки крупного рогатого скота (сперматозоиды быка), 10 %-ную взвесь эритроцитов человека, культуры клеток: карциномы гортани человека *HEp2c*, кератиноциты человека *HaCaT* и первичные фибробласты человека *hFB*.

3. Шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, обладает выраженным антибактериальным эффектом *in vitro* в отношении музейных АТСС и клинических штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli* и *P. aeruginosa*.

4. Шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, вызывает менее выраженную локальную воспалительную клеточную и тканевую реакцию при имплантации его в ткани лабораторных животных.

**Личный вклад соискателя.** Автором совместно с научным руководителем кандидатом медицинских наук, доцентом Бонцевичем Д.Н. определены цель и задачи, объём и дизайн исследования, разработаны его этапы и направления. Автором лично проведён патентно-информационный поиск, оформлена документация и регистрация научно-исследовательской работы в БелИСА, составлен аналитический обзор литературы, произведён анализ результатов исследований, их статистическая обработка, сформулированы выводы, основные положения, выносимые на защиту, практические рекомендации и произведён расчёт условного экономического эффекта. При консультативной помощи кандидата химических наук, доцента, ведущего научного сотрудника кафедры химии нефти и органического катализа химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Василькова А.Ю. разработан способ модификации шовного материала наночастицами серебра. На базе Института механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси исследованы механопрочностные, трибологические и капиллярные свойства, а также выполнена электронная микроскопия и спектрофотометрия шовного материала. Токсикологические свойства шовного материала исследовались на базе ЦНИЛ УО «Гомельский государственный медицинский университет» совместно с научными сотрудниками Гуреевым С.А. и Петренёвым Д.Р. Определение антибактериальной активности в отношении музейных АТСС и клинических штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli* и *P. aeruginosa* выполнено совместно с доцентом кафедры клинической лабораторной диагностики, аллергологии и иммунологии УО «Гомельский государственный медицинский университет», кандидатом биологических наук Шевченко Н.И. Имплантацию образцов шовного материала лабораторным животным, курацию и выведение животных из эксперимента с последующим забором материала для морфологического исследования проводил лично автор на базе операционной ЦНИЛ УО «Гомельский государственный медицинский университет». Описание морфологической картины и оценка воспалительной реакции экспериментальных

животных произведены совместно с доцентом кафедры патологической анатомии с курсом судебной медицины УО «Гомельский государственный медицинский университет», кандидатом медицинских наук Надыровым Э.А. Общий личный вклад автора в исследование – около 80 %.

Изменения структуры и физических свойств шовного материал после модификации наночастицами серебра описаны в опубликованных работах [1, 4, 8, 9, 12, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29]. Токсикологические эффекты в отношении биологических объектов изложены в изданиях [3, 13, 18, 20, 22, 24, 26, 27, 29]. Антибактериальные свойства шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, отражены в научных публикациях [4, 5, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29]. Биологические эффекты *in vivo* описаны в статьях и материалах конференций [7, 20]. На основании результатов исследования получен патент на полезную модель [30]. Общий личный вклад в публикациях – 75 %.

**Апробация результатов диссертации.** Результаты исследований и основные положения диссертации доложены на: международной научно-технической конференции полимерных композитов и трибологии «Поликомтриб-2009» (Гомель, Республика Беларусь, 2009 г.), международной научной конференции по биоорганической химии, биотехнологии и бионанотехнологии, посвящённой 75-летию со дня рождения академика Юрия Анатольевича Овчинникова (Москва, РФ, 2009 г.), научно-практических конференциях «Актуальные проблемы медицины» и 18–20-й, 22-й итоговых сессиях Гомельского государственного медицинского университета (Гомель, Республика Беларусь, 2009–2013 гг.), на III Евразийском конгрессе по медицинской физике и инженерии «Медицинская физика – 2010» (Москва, РФ, 2010 г.), на XIV съезде хирургов Республики Беларусь «Актуальные вопросы хирургии» (Витебск, Республика Беларусь, 2010 г.), на юбилейной научной конференции, посвящённой 90-летию учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск, Республика Беларусь, 2011 г.), на XXVI Пленуме хирургов Республики Беларусь (Бобруйск, Республика Беларусь, 2012 г.), на V Троицкой конференции «Медицинская физика и инновации в медицине» (ТКМФ-5) (Троицк, РФ, 2012 г.), на Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Раны как мультидисциплинарная проблема» (Гомель, Республика Беларусь, 2013 г.), на XV съезде хирургов Республики Беларусь «Актуальные вопросы хирургии» (Брест, Республика Беларусь, 2014 г.).

**Опубликованность результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 30 научных работ. Из них: в научных рецензируемых журналах – 7 статей, в научных сборниках – 15, в сборниках материалов (в том числе в журнале) – 4, тезисы – 3. Получен 1 патент на полезную модель, 2 акта внедрения. Общий объём публикаций составил 6,44 авторского листа, из них 2,72 авторского

листа в рецензируемых журналах и 3,72 авторского листа других публикаций.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация изложена на 118 страницах машинописного текста. Состоит из введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, библиографического списка (22 страницы), включающего 204 источника (из них 149 русскоязычных, 55 англоязычных), и 30 публикаций соискателя, приложения (6 страниц). В тексте – 3 формулы, 20 рисунков и 40 таблиц (занимают 26 страниц).

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Для исследования применяли шовный материал: капроновые, лавсановые и шёлковые хирургические нити метрического размера 3, условного номера 2/0. Опытными нитями были их аналоги, модифицированные наночастицами серебра, контрольными – исходные, не модифицированные наночастицами серебра, хирургические шовные нити.

Наночастицы металлов получали методом металлопарового синтеза. В типичном эксперименте синтеза использовали до 150 мл органического реагента и испаряли до 0,12 г металла. Полученным коллоидным раствором металла пропитывали хирургический шовный материал, который находился до модифицирования в вакуумированной колбе.

Стерилизацию нитей осуществляли по стандартной методике автоклавирования.

Качественный и количественный анализ шовного материала производили посредством электронной микроскопии и рентгеновского энергодисперсионного микроанализа с использованием растрового электронного микроскопа VEGA II SGH Tescan (Чехия) и детектора Inca x-ACT фирмы Oxford Instruments (Великобритания). Физические механопрочностные, трибологические, капиллярные свойства исследовали с применением автоматизированного испытательного стенда ComTen 94C соответственно методикам ГОСТ 396-84 «Нити хирургические шёлковые кручёные нестерильные. Технические условия», ГОСТ 3816-81 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств». В каждом опыте исследовали 30 отрезков нитей.

Были изучены токсические эффекты вытяжек из опытного и контрольного шовного материала в отношении 10 %-ной взвеси эритроцитов человека, половых клеток крупного рогатого скота. Также были изучены цитотоксические свойства вытяжек из модифицированного шовного материала в отношении клеточных культур: кератиноцитов (*HaCaT*), первичных фибробластов кожи человека (*hFB*), а также клеточной линии эпидермоидной карциномы гортани человека (*HEp2c*). Приготовление вытяжек из образцов шовного материала и эксперименты производили в соответствии с инструкцией 1.1.11-12-35-2004 «Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической



оценки и гигиенической регламентации веществ», методическими рекомендациями, утверждёнными от 27 ноября 1985 года Управлением по внедрению новых лекарственных средств и медицинской техники Министерства здравоохранения СССР, ГОСТ Р ISO 10993-2011 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий» и постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 128 от 16 декабря 2013 г. «Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике». Количество проб производилось в соответствии с нормативной документацией. Не менее чем на 3 опытных производили 1 контрольную пробу.

Антибактериальную активность проверяли растворным способом в отношении планктонной формы существования музейных штаммов микроорганизмов из коллекции ATCC 25923 *S. aureus*, ATCC 25922 *E. coli*, ATCC 27853 *P. aeruginosa* и суточных культур клинических штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, выделенных от пациентов с инфекционными процессами, в том числе и в области хирургического вмешательства или раневого процесса. Выполняли 10 посевов на плотную питательную среду для каждой экспериментальной точки.

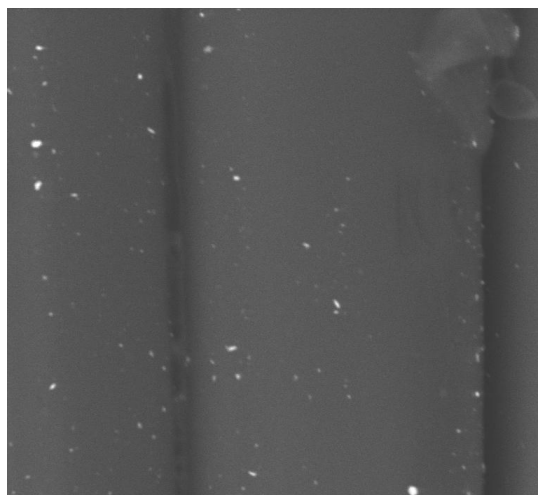
Моделируя оперативные приёмы (прошивание печени, мышц, ушивание раны кишечника, ушивание брюшной стенки) на лабораторных животных (беспородных белых крысах), произвели сравнительную характеристику изменений в тканях, вызываемых имплантацией стерильного и инфицированного шовного материала (исходного и модифицированного) в соответствии с ГОСТ Р ISO 10993-6-2011 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследования местного действия после имплантации». Для проведения опыта формировали по четыре опытных и четыре контрольных группы лабораторных животных, по десять животных в каждой группе.

Статистическую обработку полученных результатов проводили на ПЭВМ-IBM с использованием пакета STATISTICA 6.1 (Stat Soft, GS-35F-5899H).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Результаты изучения структуры и физических свойств модифицированного шовного материала**

При анализе данных электронной микроскопии зафиксировано принципиальное отличие опытных нитей от контрольных. Поверхность контрольных нитей и отдельных волокон гладкая, представлена однородным веществом, без каких-либо включений. На поверхности опытных, модифицированных наночастицами серебра, хирургических нитей и их отдельных волокон (рисунок 1) видны отдельные частицы и их агрегаты, визуально более яркие, чем основное структурное вещество нити, что характерно для наночастиц металла.



**Рисунок 1. – Микрофотография филамента нити, модифицированной наночастицами серебра**

В результате произведённого рентгеновского энергодисперсионного микроанализа с использованием детектора Inca x-АСТ обнаружено наличие 0,05 атомных % серебра.

Выявлено увеличение силы разрыва ( $F_{\text{разрыва}}$ , кг) опытных нитей, по сравнению с контрольными, в сухом виде без узла, в сухом виде с узлом и нити с хирургическим узлом, смоченной в изотоническом растворе натрия хлорида. Прочность опытных нитей с наночастицами серебра достоверно превышает ( $p < 0,05$ ) прочность контрольных нитей (таблица 1).

**Таблица 1. – Результаты исследования механопрочностных свойств ( $M \pm m$ )**

Вид нити	Исследование на разрыв		
	$F_{\text{разрыва}}$ , кг		
	сухая нить без узла	сухая нить с хирургическим узлом	нить с хирургическим узлом, смоченная изотоническим раствором натрия хлорида
Обычный капрон	2,65±0,09	1,83±0,02	1,65±0,01
Капрон, модифицированный наночастицами серебра	2,95±0,10*	2,1±0,10*	1,93±0,04*
Обычный лавсан	2,71±0,16	1,64±0,06	1,76±0,10
Лавсан, модифицированный наночастицами серебра	2,79 ±0,10*	1,84±0,10*	1,97 ±0,06*
Обычный шёлк	2,66±0,10	2,02±0,02	1,54±0,05
Шёлк, модифицированный наночастицами серебра	3,27 ±0,11*	2,62±0,09*	1,87 ±0,06*

\* Значимо при  $p < 0,05$  по сравнению с исходной нитью.

При исследовании трибологических свойств сухих нитей отмечена тенденция к снижению усилия страгивания и трения опытных нитей, модифицированных наночастицами серебра, по сравнению с контрольными,

однако отмеченное снижение статистически не достоверно ( $p > 0,05$ ). Только в случае исследования модифицированных наночастицами серебра капроновых нитей во влажном состоянии отмечено достоверное снижение ( $p < 0,05$ ) усилия страгивания и трения опытных нитей, по сравнению с контрольными (таблица 2).

Таблица 2.– Результаты исследования на трение шовного материала до и после модификации наночастицами серебра ( $M \pm m$ )

Вид нити	Исследование на трение			
	сухое		мокрое	
	$F_{\text{страгивания, кг}}$	$F_{\text{протягивания, кг}}$	$F_{\text{страгивания, кг}}$	$F_{\text{протягивания, кг}}$
Обычный капрон	$0,57 \pm 0,02$	$0,27 \pm 0,03$	$1,69 \pm 0,05$	$1,35 \pm 0,03$
Капрон с наночастицами серебра	$0,53 \pm 0,04^*$	$0,24 \pm 0,01^*$	$1,43 \pm 0,08^{**}$	$1,27 \pm 0,05^{**}$
Обычный лавсан	$0,80 \pm 0,05$	$0,37 \pm 0,04$	$1,78 \pm 0,06$	$1,34 \pm 0,05$
Лавсан с наночастицами серебра	$0,81 \pm 0,05^*$	$0,39 \pm 0,04^*$	$1,78 \pm 0,04^*$	$1,36 \pm 0,05^*$
Обычный шёлк	$0,79 \pm 0,07$	$0,40 \pm 0,04$	$1,76 \pm 0,06$	-(обрыв)
Шёлк с наночастицами серебра	$0,71 \pm 0,07^*$	$0,36 \pm 0,03^*$	$2,29 \pm 0,09^{**}$	-(обрыв)

\* Не значимо ( $p > 0,05$ ) по сравнению с исходной нитью.

\*\* Значимо ( $p < 0,05$ ) по сравнению с исходной нитью.

Капиллярность всех, модифицированных наночастицами серебра, хирургических нитей достоверно ( $p < 0,05$ ) значительно ниже, чем обычных, немодифицированных нитей (таблица 3).

Таблица 3.– Результаты исследования капиллярности шовного материала до и после модификации наночастицами серебра ( $M \pm m$ )

Вид нити	Капиллярность, мм	
	через 1 час	через 24 часа
Обычный капрон	$91,4 \pm 1,17$	$95,6 \pm 1,42$
Капрон с наночастицами серебра	$56,1 \pm 0,87^*$	$60,6 \pm 1,19^*$
Обычный лавсан	$104 \pm 2,17$	$109 \pm 2,08$
Лавсан с наночастицами серебра	$55 \pm 2,20^*$	$59 \pm 3,42^*$
Обычный шёлк	$27 \pm 2,24$	$30 \pm 2,62$
Шёлк с наночастицами серебра	$13 \pm 1,50^*$	$16 \pm 1,46$

\* Значимо при  $p < 0,05$  по сравнению с обычной нитью.

Таким образом, модификация шовного материала возможна с помощью наночастиц серебра, полученных методом металлопарового синтеза. При этом отмечены положительные изменения: увеличение прочности шовного материала и уменьшение капиллярности при неизменности фрикционных

свойств. В совокупности с повышенной прочностью модифицированный наночастицами серебра шовный материал теоретически будет приводить к уменьшению травматической реакции сшиваемых тканей, при условии использования нитей меньшего диаметра.

### **Результаты исследования токсических свойств модифицированного шовного материала**

В результате исследований выявлено увеличение времени подвижности сперматозоидов крупного рогатого скота в опытных пробах как с 3-, так и с 10-суточной вытяжкой из образцов опытного шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, по сравнению с контрольными пробами (таблица 4). В большей степени это было выражено в случае вытяжек из капрона и лавсана.

Таблица 4. – Время подвижности сперматозоидов в опытных пробах с использованием 3- и 10-суточных вытяжек из опытного шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, и в контрольных пробах

Тип вытяжки	Время подвижности сперматозоидов, мин	T, индекс токсичности
t <sub>опытное капрон*</sub>	55	169,231
t <sub>опытное лавсан*</sub>	55	169,231
t <sub>опытное шёлк*</sub>	50	153,846
t <sub>опытное капрон**</sub>	45	138,462
t <sub>опытное лавсан**</sub>	40	123,076
t <sub>опытное шёлк**</sub>	40	123,076
t <sub>контрольное</sub>	32,5	-

\* 3-суточная вытяжка.

\*\* 10-суточная вытяжка.

Индекс токсичности во всех случаях, в соответствии с постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 128 от 16 декабря 2013 г. «Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике», составил более 70. При исследовании гемолитического действия вытяжек из модифицированного шовного материала в отношении эритроцитов человека оказалось, что оптическая плотность контрольной и опытных проб была практически одинакова для вытяжек из опытного, модифицированного наночастицами серебра, шовного материала (таблица 5).

Таблица 5.– Оптическая плотность и процент гемолиза 10 %-ной взвеси эритроцитов человека при взаимодействии с образцами вытяжек из опытного шовного материала, модифицированного наночастицами серебра (Me [Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>])

Вид пробы	Оптическая плотность	Процент гемолиза
Проба со 100 %-ным гемолизом № 1*	0,975	100
Контрольная проба № 1*	0,021	-
Опытные пробы, капрон*	0,029 [0,022; 0,03]	0,82 [0,1; 0,92]
Опытные пробы, лавсан*	0,026 [0,024; 0,29]	0,51 [0,3; 0,82]
Опытные пробы, шёлк*	0,026 [0,022; 0,03]	0,51 [0,1; 0,92]
Проба со 100 %-ным гемолизом № 2**	0,95	100
Контрольная проба №2**	0,024	-
Опытные пробы, капрон **	0,029 [0,027; 0,031]	0,52 [0,31; 0,73]
Опытные пробы, лавсан**	0,025 [0,024; 0,029]	0,1 [0; 0,52]
Опытные пробы, шёлк**	0,026 [0,024; 0,027]	0,21 [0; 0,31]

\* 3-суточная вытяжка.

\*\* 10-суточная вытяжка.

Процент гемолиза опытных проб во всех образцах составил менее 2, что позволяет сделать заключение об отсутствии гемолитического действия 3- и 10-суточных вытяжек из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, в отношении эритроцитов человека.

При исследовании цитотоксического эффекта установлено, что при кратковременном воздействии (в течение 60 минут) образцы опытной вытяжки не вызывали снижения жизнеспособности клеток ни одной из трёх протестированных клеточных культур. Более того, опытная вытяжка стимулировала метаболическую активность клеток *HEp2c* в сравнении с раствором Хенкса. Для культур *HaCaT* и *hFB* этот эффект регистрировали на уровне тенденций.

Таким образом, вытяжки из модифицированного наночастицами серебра шовного материала не оказали токсического влияния ни на один из биологических тест-объектов, использованных в эксперименте.

### **Антибактериальные свойства модифицированного шовного материала**

Произведена серия опытов в целях выяснения антибактериальной активности шовного материала как в стерилизованном, так и нестерилизованном виде. При этом выявлена практическая значимость стойкости антибактериального эффекта шовного материала во времени, что важно для определения возможных сроков его хранения до непосредственного применения.

При лабораторных исследованиях стерильного и нестерильного шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, установлен выраженный антибактериальный, преимущественно бактерицидный, эффект для клинических и музейных штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli* и *P. aeruginosa* (процент редукции КОЕ не менее 96,7).

При статистической обработке данных исследования при  $p < 0,001$  значимо различие результатов (снижение количества КОЕ и соответственно процента редукции КОЕ) после 4-, 6- и 8-часовой экспозиции опытной суспензии, по сравнению с контрольной.

Сроки хранения (1 и 12 месяцев) не оказали влияния на выраженность антибактериального эффекта хирургических нитей, модифицированных наночастицами серебра, что характеризует стойкость этого эффекта на протяжении, как минимум, одного года, что также имеет важное коммерческое и прикладное значение в случае возможного практического использования таких нитей в медицине.

Таким образом, хирургический шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, полученными методом металлопарового синтеза, обладает антибактериальным эффектом. На выраженность антибактериального эффекта не оказывали влияния вид и штамм микроорганизма, время экспозиции образца исследуемой нити в опытной суспензии, срок хранения модифицированной наночастицами серебра нити и даже степень стерильности нити, использованной для опыта. По результатам исследования *in vitro* антибактериального действия шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, выявлена активность в отношении разнородных групп клинически значимых микроорганизмов с несопоставимыми вирулентными, ферментативными и другими характеристиками. Данный научный факт позволяет сделать заключение о возможной перспективе использования таких нитей в целях профилактики инфекции области хирургического вмешательства в разных отраслях хирургии.

### **Результаты имплантации шовного материала в ткани лабораторных животных**

До момента эвтаназии в опытных и контрольных группах лабораторных животных не выявлено различий в таких физиологических характеристиках, как общее состояние, поведенческие реакции, потребление пищи и воды, интенсивность ответных реакций на внешние раздражители, а также не выявлено отличий при сравнительной оценке выживаемости. Летальность во всех группах исследования отсутствовала.

При макроскопической оценке местного действия инфицированного шовного материала в контрольной группе животных на 1-е сутки имплантации наблюдались воспалительные явления в области хирургического вмешательства в виде инфильтрации тканей и формирования экссудата в отличие от животных опытной группы ( $p < 0,05$ ). В последующие сроки исследования макроскопические явления, которые могут быть отнесены к инфекции области хирургического вмешательства, не наблюдались.

На 1-е сутки после имплантации морфологическая картина органов и тканей характеризовалась изменениями, возникшими вследствие прямого травматического эффекта со стороны шовного материала, как в опытной, так и контрольной группе животных.

С 3-х суток имплантации и в последующие сроки (5-е, 10-е сутки) для животных опытной и контрольной группы характерны экссудативно-пролиферативные реакции тканей, окружающих шовный материал. При этом у животных опытной группы отмечены менее выраженные некротические изменения тканей, контактирующих с шовным материалом, менее выраженная экссудативная реакция и высокая степень созревания грануляционной ткани.

При оценке клеточной и тканевой реакции на имплантацию шовного материала сравнительный показатель реакции тканей составил от -9 до 1 балла, во все сроки исследования, как для стерильного, так и для контаминированного микроорганизмами шовного материала. Полученные значения сравнительного показателя реакции тканей (во всех случаях меньше 2,9 балла), в соответствии с ГОСТ 10993-2011, характеризуют опытный, модифицированный наночастицами серебра, капрон как не раздражающий, по сравнению с контрольным, не модифицированным наночастицами серебра, капроном.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

При выполнении диссертационной работы получены новые научные результаты:

1. Разработан способ модификации шовного материала наночастицами серебра, полученными металлопаровым методом. Создан новый антибактериальный шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, прочность которого выше прочности исходных хирургических нитей на 10,8%–22,9% с узлом в сухом состоянии и на 10,6%–17,6% с узлом во влажном состоянии ( $p < 0,05$ ). Капиллярность модифицированных наночастицами серебра нитей по сравнению с контрольными уменьшилась через 1 ч на 38,6%–51,8%, через 24 ч – на 36,6%–46,6% в зависимости от вида хирургической нити. Достоверно улучшились трибологические свойства капроновой нити, модифицированной наночастицами серебра, что подтверждается снижением усилия страгивания на 15% и на 6% усилия протягивания, по сравнению с контрольной ( $p < 0,05$ ) [1, 2, 4, 9, 10, 11, 12, 16, 20, 22, 23, 25, 26, 28].

2. Вытяжки из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, не оказывают токсического действия на биологические объекты (сперматозоиды крупного рогатого скота, 10 %-ную взвесь эритроцитов человека, клеточные линии *HEp2c*, *HaCaT* и *hFB*), что подтверждается значительным увеличением времени подвижности сперматозоидов крупного рогатого скота в опытных пробах как с 3-суточной вытяжкой (50–55 мин) так и с 10-суточной вытяжкой (40–45 мин) из образцов модифицированного наночастицами серебра шовного материала, по сравнению с контрольными пробами (32,5 мин) ( $p < 0,05$ ); отсутствием токсического эффекта данной вытяжки на 10 %-ную взвесь эритроцитов человека (процент гемолиза составил 0,51[0,1; 0,92]–0,82[0,1; 0,92] для 3-суточной вытяжки и 0,1[0; 0,52]–0,52[0,31; 0,73] для 10-суточной) и на клеточные линии *HEp2c*, *HaCaT* и *hFB*. В клеточной культуре *HEp2c* опытная вытяжка стимулировала метаболическую активность клеток [3, 8, 12, 17, 20, 24, 26, 28, 29].

3. Модифицированный наночастицами серебра шовный материал обладает бактерицидным действием *in vitro* в отношении музейных штаммов микроорганизмов из коллекции ATCC 25923 *S. aureus*, ATCC 25922 *E. coli*, ATCC 27853 *P. aeruginosa* и суточных культур клинических штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, выделенных от пациентов с инфекционными процессами, что подтверждается редукцией 96,7 % КОЕ вне зависимости от вида и штамма микроорганизма, времени экспозиции образца исследуемой нити в опытной суспензии, срока хранения, модифицированной



наночастицами серебра, нити и даже степени стерильности опытной нити [4, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29].

4. Шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, вызывает минимальную локальную воспалительную клеточную и тканевую реакцию при имплантации его в ткани лабораторных животных, что подтверждается, макроскопически, отсутствием экссудативной воспалительной реакции в области хирургического вмешательства при использовании опытных нитей в условиях микробной контаминации, а также результатами гистологической полуколичественной балльной оценки с определением сравнительного показателя реакции тканей на имплантацию, который во всех случаях составил менее 2,9 балла (от -9 до 1 балла), что указывает на инертный характер шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, по сравнению с контрольным, не модифицированным наночастицами серебра, шовным материалом [7, 28].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Полученный хирургический шовный материал, имеющий в своей структуре наночастицы серебра, рекомендуется к использованию в медицине, в частности в хирургических отделениях и операционных, в целях профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

1. Хирургические шовные нити на основе капрона, лавсана и шёлка (размер 3, номер 2/0), модифицированные наночастицами серебра, синтезируемыми металлопаровым путём (120–150 мл реагента и испарение 0,1–0,12 г металла) приобретают повышенную прочность на 10,1%; 2,8%; 18,6% соответственно, что необходимо учитывать при выполнении отдельных хирургических вмешательств.

2. Шовный материал, обработанный наночастицами серебра, приобретает выраженные длительно сохраняющиеся бактерицидные антибактериальные свойства по отношению к широкому спектру микроорганизмов и поэтому может быть использован при выполнении вмешательств на контаминированных тканях, лечении деструктивно-воспалительных процессов мягких тканей или органов брюшной полости.

3. Учитывая минимально выраженный характер местных клеточных и тканевых реакций в области имплантации, модифицированный шовный материал можно использовать с возможным длительным развитием инфекции области хирургического вмешательства (до 1 года) при вмешательствах при постановке сетчатых имплантатов, сосудистых и биологических протезов.

Перспективой дальнейшей разработки темы диссертации является клиническое испытание полученного шовного материала в целях профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в рецензируемых научных журналах, соответствующих требованиям ВАК Республики Беларусь

1. Бонцевич, Д. Н. Сравнительная характеристика капиллярности шовного материала представленного на рынке РБ, и шовного материала, обработанного полипараксилиленовым покрытием / Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, Б. О. Кабешев // Пробл. здоровья и экологии. – 2009. – № 1. – С. 141–144.
2. Кабешев, Б. О. Нанотехнологии и их возможности / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, С. М. Бордак // Пробл. здоровья и экологии. – 2009. – № 1. – С. 144–149.
3. Кабешев, Б. О. Исследование токсического воздействия шовного материала, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, А. Ю. Васильков // Пробл. здоровья и экологии. – 2011. – № 4. – С. 151–154.
4. Антибактериальные и физические свойства шовного материала, на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, А. Ю. Васильков, Н. И. Шевченко, Э. А. Надыров // Мед.-биол. пробл. жизнедеятельности. – 2012. – № 1. – С. 25–30.
5. Антибактериальная активность шовного материала на основе капрона, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, А. Ю. Васильков, Н. И. Шевченко // Здоровоохранение. – 2012. – № 5. – С. 13–15.
6. Характеристика *in vitro* антибактериальной активности шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра, в отношении музейных и клинических штаммов микроорганизмов *St.aureus*, *E.coli* и *Ps.aeruginosa* / Б. О. Кабешев, Н. И. Шевченко, Д. Н. Бонцевич, А. Ю. Васильков // Хирургия. Восточная Европа. – 2013. – № 3. – С. 81–88.
7. Влияние хирургического шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, на течение воспалительного раневого процесса *in vivo*, в условиях микробной контаминации / Б. О. Кабешев, Д. А. Зиновкин, Д. Н. Бонцевич, Э. А. Надыров // Пробл. здоровья и экологии. – 2014. – № 2. – С. 109–115.

### Статьи в научных сборниках

8. Кабешев, Б. О. Сравнительная характеристика физических свойств шовного материала, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, А. С. Князюк, Д. Н. Бонцевич // Актуальные проблемы

медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 26–27 февр. 2009 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2009. – Т. 2. – С. 113–116.

9. Механические свойства хирургического шовного материала на основе полиамида / А. С. Князюк, Б. О. Кабешев, Е. С. Лещенко, Д. Н. Бонцевич // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 26-27 февр. 2009 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2009. – Т. 2. – С. 143–146.

10. Антибактериальная активность шовного материала, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Н. И. Шевченко, Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, А. Ю. Васильков // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 26–27 февр. 2009 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2010. – Т. 2. – С. 92–95.

11. Антибактериальный шовный материал / Б. О. Кабешев, Н. И. Шевченко, Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, А. Ю. Васильков // Современные технологии в лечении ран и раневой инфекции : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 19–20 марта 2010 г. / Гомел. гос. мед. ун-т. – Гомель, 2010. – С. 25–26.

12. Антибактериальный шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, и его трибологические и антибактериальные свойства / Д. Н. Бонцевич, Б. О. Кабешев, А. Ю. Васильков, Н. И. Шевченко, Э. А. Надыров // БГМУ: 90 лет в авангарде медицинской науки и практики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. В. Сикорский [и др.]. – Минск : ГУ РНМБ, 2011. – Т. 1. – С. 148–149.

13. Кабешев, Б. О. Исследование токсического воздействия шовного материала, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев // БГМУ: 90 лет в авангарде медицинской науки и практики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. В. Сикорский [и др.]. – Минск : ГУ РНМБ, 2011. – Т. 1. – С. 155.

14. Хирургический шовный материал с антибактериальной активностью / А. С. Князюк, Д. Н. Бонцевич, Н. И. Шевченко, Б. О. Кабешев // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию Гомел. гос. мед. ун-та, Гомель, 24–25 февр. 2011 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т. – Гомель, 2011. – Т. 2. – С. 82–84.

15. Чувствительность микроорганизмов к шовному материалу, модифицированному наночастицами металлов / Б. О. Кабешев, Н. И. Шевченко, Д. Н. Бонцевич, Э. А. Надыров, А. С. Князюк, А. Ю. Васильков // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию

Гомел. гос. мед. ун-та, Гомель, 24–25 февр. 2011 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т. – Гомель, 2011. – Т. 2. – С. 38–40.

16. Князюк, А. С. Исследование антибактериальной активности хирургических нитей с антибактериальными препаратами / А. С. Князюк, Д. Н. Бонцевич, Б. О. Кабешев // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 16–17 февр. 2012 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2012. – Т. 2. – С. 134–136.

17. Сравнительная характеристика прочности шовного материала на основе полиамидов / Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, Б. О. Кабешев, М. Л. Каплан // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 16–17 февр. 2012 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2012. – Т. 1. – С. 48–51.

18. Токсические эффекты шовного материала, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, А. Ю. Васильков // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 16–17 февр. 2012 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2012. – Т. 2. – С. 81–85.

19. Характеристики трения хирургических нитей на основе полиамидов / Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, Б. О. Кабешев, М. Л. Каплан // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 16-17 февр. 2012 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2012. – Т. 1. – С. 51–53.

20. Кабешев, Б. О. Шовный материал с антибактериальным эффектом, обусловленным наночастицами серебра / Б. О. Кабешев // ГомГМУ: Раны как мультидисциплинарная проблема : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. Гомель, 18 окт. 2013 г. / Гомел. гос. мед. ун-т ; ред. колл.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2013. – С. 23–24.

21. Кабешев, Б. О. Зависимость антибактериальной активности от концентрации и размеров наночастиц серебра на поверхности шовного материала / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 13–14 нояб. 2014 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2014. – Т. 1. – С. 71–74.

22. Цитотоксичность хирургического шовного материала / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, Д. Р. Петренёв, А. С. Князюк // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф., Гомель, 13–14 нояб. 2014 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2014. – Т. 1. – С. 74–77.

## Материалы конференций

23. Антибактериальная активность шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Н. И. Шевченко, Д. Н. Бонцевич, А. С. Князюк, А. Ю. Васильков // Актуальные вопросы хирургии : материалы XIV съезда хирургов Респ. Беларусь, Витебск, 11–12 нояб. 2010 г./ Витеб. гос. мед. ун-т ; под ред. А. Н. Косинца. – Витебск : ВГМУ, 2010. – С. 440–441.

24. Кабешев, Б. О. Антибактериальный шовный материал / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, А. Ю. Васильков // Актуальные вопросы гнойно-септической хирургии : материалы XXVI Пленума хирургов Респ. Беларусь и респ. науч.-практ. конф., Бобруйск, 27–28 сент. 2012 г. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь // Хирургия. Восточная Европа. Материалы конф., Рубрика «Хирургич. инфекция : проблемы и достижения». – 2012. – № 3(03). – С. 294–296.

25. Новый антибактериальный шовный материал, модифицированный наночастицами серебра / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, А. Ю. Васильков, Н. И. Шевченко, Э. А. Надыров // Медицинская физика и инновации в медицине (ТКМФ-5) : сб. материалов V Троицкой конф., Троицк, 4–8 июня 2012 г. – Троицк, 2012. – Т. 2. – С. 77–79.

26. Кабешев, Б. О. Новый антибактериальный хирургический шовный материал, модифицированный наночастицами серебра. Получение и свойства. / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич // Актуальные вопросы хирургии : материалы XV съезда хирургов Республики Беларусь, Брест, 16–17 окт. 2014 г./ под ред. А. С. Карпицкого – Брест : Альтернатива, 2014. – С. 37–38.

## Тезисы докладов

27. Кабешев, Б. О. Исследование токсического воздействия шовного материала / Б. О. Кабешев, С. В. Гуреев, Д. Н. Бонцевич // Белорусско-Польские дни хирургии : тез. докл. IV Междунар. симп., Гродно, 4–6 июня 2009 г. / Гродн. гос. мед. ун-т // Журн. Гродн. гос. мед. ун-та. Рубрика «Актуальные вопросы хирургии» (тезисы). – 2009. – Т. 26, № 2. – С. 258–259.

28. Механические свойства хирургических нитей с функциональными покрытиями / В. А. Иванов, Б. О. Кабешев, А. С. Князюк, Д. Н. Бонцевич // Полимерные композиты и трибология (Поликомтриб-2009) : тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 22–25 июня 2009 г. / редкол.: В. Н. Адериха [и др.] – Гомель, 2009. – С. 96.

29. Новый антибактериальный хирургический шовный материал / Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, С. А. Гуреев, А. Ю. Васильков // Международная научная конференция по биоорганической химии,

биотехнологии и бионанотехнологии, посвящ. 75-летию со дня рождения акад. Ю. А. Овчинникова, Москва ; Пущино, 28 сент.-1 окт. 2009 г. : сб. тез. / Рос. акад. наук, Ин-т биоорганич. химии им. акад. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова, О-во биотехнологов России им. Ю. А. Овчинникова. – М. ; Пущино, 2009. – С. 89–90.

#### **Патенты**

30. Хирургическая шовная нить : полезная модель 9821 Респ. Беларусь: МПК А 61L 17/00 (2006.01) / Бонцевич Д. Н., Васильков А. Ю., Кабешев Б. О., Шевченко Н. И., Надыров Э. А.; дата публикации : 30.12.2013.

**Рэзюмэ**

Кабешаў Барыс Алегавіч

Прафілактыка інфекцыі вобласці хірургічнага ўмяшання шляхам мадыфікацыі хірургічных нітак наначасцінамі срэбра (эксперыментальнае даследаванне)

**Ключавыя словы:** хірургічны шоўны матэрыял, наначасціны срэбра, прафілактыка інфекцыі вобласці хірургічнага ўмяшання.

**Мэта працы:** распрацаваць спосаб атрымання і вызначыць мэтазгоднасць і бяспеку выкарыстання новага антыбактэрыяльнага хірургічнага шоўнага матэрыялу, мадыфікаванага наначасцінамі срэбра, для павышэння эфектыўнасці прафілактыкі інфекцыі вобласці хірургічнага ўмяшання.

**Метады даследавання:** інструментальныя, лабараторныя, мікрабіялагічныя, марфалагічныя, статыстычныя.

**Атрыманыя вынікі і іх навуковая навізна**

З дапамогай распрацаванай metodyкі можна атрымліваць хірургічны шоўны матэрыял, мадыфікаваны наначасцінамі срэбра, на аснове капронавых, лаўсанавых і шаўковых нітак.

Устаноўлена, што шоўны матэрыял, мадыфікаваны наначасцінамі срэбра, валодае палепшанымі механатрывальнымі і капілярнымі ўласцівасцямі. Выцяжкі з шоўнага матэрыялу, мадыфікаванага наначасцінамі срэбра, не валодаюць гемалітычным эфектам і не аказваюць таксічнага дзеяння ў дачыненні да палавых клетак буйной рагатай жывёлы і клетачных культур керацінацытаў (*HaCaT*), першасных фібрабластаў скуры чалавека (*hFB*) і карцыномы гартані чалавека (*HEp2c*). Пры даследаванні *in vitro* выяўлены бактэрыцыдны эфект у дачыненні да штамаў мікраарганізмаў АТСС 25923 *S. aureus*, АТСС 25922 *E. coli*, АТСС 27853 *P. aeruginosa* і сутачных культур клінічных штамаў мікраарганізмаў *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*. На лабараторных жывёлах паказана, што шоўны матэрыял, мадыфікаваны наначасцінамі срэбра, аказвае антыбактэрыяльнае дзеянне і выклікае мінімальную лакальную запаленчую клеткавую і тканкавую рэакцыю.

Такім чынам, атрыманы шоўны матэрыял, мадыфікаваны наначасцінамі срэбра, можа быць выкарыстаны з мэтай прафілактыкі інфекцыі вобласці хірургічнага ўмяшання.

**Вобласць ужывання:** клінічная і эксперыментальная хірургія.

## Резюме

Кабешев Борис Олегович

Профилактика инфекции области хирургического вмешательства путем модификации хирургических нитей наночастицами серебра (экспериментальное исследование)

**Ключевые слова:** хирургический шовный материал, наночастицы серебра, профилактика инфекции области хирургического вмешательства.

**Цель работы:** разработать способ получения и определить целесообразность и безопасность использования нового антибактериального хирургического шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, для повышения эффективности профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

**Методы исследования:** инструментальные, лабораторные, микробиологические, морфологические, статистические.

### Полученные результаты и их научная новизна

С помощью разработанной методики можно получать хирургический шовный материал, модифицированный наночастицами серебра на основе капроновых, лавсановых и шёлковых нитей.

Установлено, что шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, обладает улучшенными механопрочностными и капиллярными свойствами. Вытяжки из шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, не обладают гемолитическим эффектом и не оказывают токсического действия в отношении половых клеток крупного рогатого скота и клеточных культур кератиноцитов (*HaCaT*), первичных фибробластов кожи человека (*hFB*) и карциномы гортани человека (*HEp2c*). При исследовании *in vitro* установлен бактерицидный эффект в отношении штаммов ATCC 25923 *S. aureus*, ATCC 25922 *E. coli*, ATCC 27853 *P. aeruginosa* и суточных культур клинических штаммов микроорганизмов *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*. На лабораторных животных показано, что шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, оказывает антибактериальное действие и вызывает минимальную локальную воспалительную клеточную и тканевую реакцию.

Таким образом, полученный шовный материал, модифицированный наночастицами серебра, может быть использован в целях профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

**Область применения:** клиническая и экспериментальная хирургия.



## Summary

Kabeshev Boris Olegovich

Prevention of surgical site infection by modifying surgical sutures with silver nanoparticles  
(experimental research)

**Key words:** surgical sutures, silver nanoparticles, prevention of surgical site infection.

**Aim of research:** to work out the method of preparation of a new antibacterial surgical suture material modified with silver nanoparticles and to determine its appropriateness and operating safety for more effective prevention of surgical site infection.

**Methods of research:** instrumental, laboratory, microbiological, morphological, statistical.

### Received research results and their scientific novelty

Using the developed method it is possible to obtain surgical suture material modified with silver nanoparticles on the basis of polyamide, polyester and silk sutures.

It has been found that suture material modified with silver nanoparticles possesses improved mechanical, strength and capillary properties. Extracts of the suture material modified with silver nanoparticles do not possess hemolytic effect and do not have any toxic effect in relation to sex cells of cattle and keratinocyte cell cultures (*HaCaT*), primary human dermal fibroblasts (*hFB*) and human larynx carcinoma (*HEp2c*).

Performing laboratory *in vitro* studies, bactericidal effect against strains of ATCC 25923 *S. aureus*, ATCC 25922 *E. coli*, ATCC 27853 and *P. aeruginosa* microorganisms and overnight cultures of clinical strains of *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* microorganisms has been established.

It has been shown experimentally *in vivo* on laboratory animals that suture modified with silver nanoparticles has antibacterial action and causes minimal local inflammatory cellular and tissue reactions.

Thus, obtained suture modified with silver nanoparticles can be used to prevent surgical site infections.

**Area of implementation:** clinical and experimental surgery.

Научное издание

**Кабешев Борис Олегович**

**ПРОФИЛАКТИКА ИНФЕКЦИИ ОБЛАСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО  
ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПУТЁМ МОДИФИКАЦИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ НИТЕЙ  
НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА  
(экспериментальное исследование)**

Автореферат  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

по специальности 14.01.17 – хирургия

Подписано в печать \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2015 г. Формат бумаги 60x84<sup>1/16</sup>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 1,6. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в ГУ «Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»  
ЛИ № 02330/619 от 3.11.2011  
Адрес: 246040, Гомель, ул.Ильича, 290