

Коробейникова Валерия Игоревна

**НОВЫЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ
ЖОМА И КЛАПАНА ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА ПРИ КОЛОСТОМИИ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

3.1.9. Хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Томск - 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Дамбаев Георгий Цыренович - доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН.

Официальные оппоненты:

Афанасьев Сергей Геннадьевич - доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением абдоминальной онкологии НИИ онкологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

Штофин Сергей Григорьевич - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится « ____ » _____ 2025 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 21.2.068.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России) по адресу: Томская область, г. Томск, Московский тракт 2, 634050.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации – <https://lib.ssmu.ru/>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2025 года

Ученый секретарь
диссертационного
совета

Петрова Ирина Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Формирование колостомы в качестве временного или постоянного варианта оперативного вмешательства широко применяется в практике хирургического лечения заболеваний и травм толстой и прямой кишки [Банашкевич, З. и др., 2010; Abdelmohsen S. A., 2020; Halemani K. et al., 2021]. Рост заболеваемости колоректальным раком стал одной из основных проблем здравоохранения [Максимова, П. Е. и др., 2023]. По данным зарубежной статистики злокачественные опухоли толстой кишки в настоящее время занимают второе место в структуре онкологической заболеваемости у женщин, третье – у мужчин и четвертое – в объединенной группе. По данным отечественной литературы в структуре заболеваемости злокачественными опухолями желудочно-кишечного тракта колоректальный рак занимает третье место, являясь второй по частоте причиной летальных исходов [Корымасов, Е. А. и др., 2023].

Выполнение превентивной петлевой коло- или илеостомии стало рутинным элементом программы хирургического лечения рака прямой кишки, к которому, согласно результатам крупных мультицентровых исследований, прибегают в 50–90 % случаев. В мире наблюдается постоянный прирост численности стомированных пациентов, доля которых в развитых странах достигает 150 человек на 100 000 населения. В частности, в США и Великобритании общее число больных с кишечными стомами составляет 800 и 100 тыс. соответственно. Согласно данным отечественных авторов, в Российской Федерации число стомированных пациентов достигает 100–140 тыс., причем половина из них являются лицами трудоспособного возраста, что придает данной проблеме дополнительную социальную значимость [Майстренко, Н. А. и др., 2022; Половинкин, В. В. и др., 2016; Bracey, E. et al., 2015; Zhou, M. W. et al., 2017].

Кишечные стомы, как известно, серьезно влияют на качество жизни пациента независимо от основного диагноза. Качество жизни является многомерным термином, относящимся, как минимум, к трем областям функционирования пациента в обществе: психической, физической и поведенческой. Для пациентов с колоректальным раком озабоченность по поводу стомы часто заменяет собой все другие переживания больного. Наличие стомы на передней брюшной стенке и бесконтрольная дефекация радикально меняют образ жизни больного: появляются проблемы в трудовой и сексуальной деятельности, ограничения в возможности путешествий и активного отдыха, в связи с чем адаптация после операции в 70 % случаев протекает через длительную депрессию [Чикинёв, Ю.В. и др., 2015]. Также необходимо учитывать, что до 20 % пациентов со сформированными превентивными кишечными стомами впоследствии не подвергаются оперативным вмешательствам по их устранению [Дарбишгаджиев, Ш. О. и др., 2020].

Кроме того, существует проблема обслуживания колостомы, связанная с постоянным функционированием кишечника: у пациентов возникает беспокойство по поводу громкого отхождения газов и возможной утечки из калоприемника, а также невозможности дальнейшей полноценной жизни в целом [Алиев, В. Ф. и др., 2023]. В этом смысле обеспечение надежного запирающего эффекта помогает решить эти проблемы и существенно повышает качество жизни прооперированных больных.

Анализ различных источников [Алиев, В.Ф. и др., 2024; Алиев, Ф. Ш. и др., 2022; Баширов, С.Р., 2007; Жерлов Г.К. и др., 2008; Краснопёров, А.В., 2004; Мешков, А.В., 2015; Чарышкин А.Л. и др., 2009; Чернявский, А.М., 1987; Якушенко В.К. и др., 2001; Albrecht H. et al., 2019; Bardoel, J. W. et al., 2000, 2001; Clague M.B. et al., 1990; Codina Cazador A. et al., 1993; Dumont F. et al., 2016; Hetzer, F. H. et al., 2003; Johansson M. L. et al., 2022; Konsten J. et al., 1993; Majzoub R. K. et al., 2003; Reboa G. et al., 1985; Russold

M.F. et al., 2010; Stadelmann W. K. et al., 2007; Velitchkov, N. G. et al., 1997; Zonnevrijlle, E. D. et al., 2000] показал, что исследователи и практики неоднократно осуществляли попытки найти оптимальную методику формирования резервуарно-удерживающих колостом с использованием алло- и аутоканей, но все эти способы обладали одним существенным недостатком: технической сложностью исполнения.

В настоящее время формирование стом ограничивается классическими методами, которые не позволяют создать надежную резервуарно-удерживающую функцию и исключить необходимость постоянного использования (ношения) калоприёмников, которые также имеют множество недостатков [Dourado, J. et al., 2024]. Поэтому разработка нового способа создания стом, способных улучшить качество жизни пациента и позволяющих отказаться от технически сложных методик их формирования, остается актуальной.

Степень разработанности темы исследования. Проблема формирования колостомы с резервуарно-удерживающими свойствами изучалась и ранее: по данным отечественной и зарубежной литературы, имеется значительное количество попыток усовершенствования методов колостомии. Однако было обнаружено, что все технические подходы по формированию резервуарно-удерживающих колостом либо завершились на стадии эксперимента на животных, либо не получили широкого применения в хирургической практике ввиду сложности их исполнения и большого количества осложнений.

Отсутствие за последнее время какой-либо новой информации о наличии таких методов колостомии, которые отвечали бы современным требованиям, обуславливает необходимость разработки и внедрения в практику новых способов формирования колостомы с резервуарно-удерживающей функцией.

Цель исследования – разработать и оценить в эксперименте эффективность способа формирования жома и клапана при колостомии с использованием имплантатов на основе никелида титана.

Задачи исследования

1. Разработать конструкции имплантатов из никелида титана и описать методику их применения для формирования колостомы с жомом и клапаном в эксперименте.
2. Определить эффективность способов колостомии с использованием имплантатов из никелида титана и классической одноствольной методики на основе моторно-эвакуаторной и запирающей функций.
3. Оценить в сравнительном аспекте морфологические особенности репаративных процессов в области колостомы, формируемой с использованием имплантатов из никелида титана, и в случае классической одноствольной методики.

Научная новизна. Впервые разработаны способы формирования жома и клапана при колостомии с использованием имплантатов из никелида титана (патенты РФ на изобретение № 2774034, 2779144). Расширены научные данные о возможности и эффективности применения имплантатов на основе никелида титана для формирования жома и клапана при колостомии. Предложенный способ наложения колостомы предотвращает самопроизвольное отхождение кишечного содержимого у экспериментальных животных с утраченным естественным анальным сфинктером. Изучены особенности интеграции сферических и спиральных имплантатов в области сформированной колостомы.

Теоретическая и практическая значимость работы. В работе описана модель резервуарно-удерживающей колостомы с применением имплантатов из никелида титана. Эта модель отличается относительной технической несложностью и эффективностью.

Разработанные в эксперименте оригинальные методики формирования жома и клапана при колостомии показали сравнительно небольшое количество осложнений в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде.

Структурные исследования в области колостомы показали высокую интеграционную связь между стенками кишки и имплантатом.

Гистологические исследования репаративного процесса в области колостомы демонстрируют минимальную воспалительную реакцию на имплантат.

Проведенные экспериментальные исследования раскрывают перспективы применения нового способа наложения колостомы у больных с утраченным анальным сфинктером.

Разработанный способ может найти применение в онкологии и колопроктологии при хирургическом лечении заболеваний ободочной и прямой кишки.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование выполнено в период 2020-2023 гг. и в соответствии с поставленными задачами состояло из нескольких этапов: изучение теоретического материала, оценка степени разработанности темы, постановка проблемы, эксперимент, анализ и оформление результатов исследования.

Экспериментальная часть исследования проведена на 75 крысах-самцах линии Wistar с разработкой новых способов формирования жома и клапана из никелида титана при колостомии.

Для проведения исследования применялся комплекс современных клинических, морфологических, инструментальных и статистических методов исследований.

Положения, выносимые на защиту

1. Использование конструкций из никелида титана позволяет в эксперименте на лабораторных крысах создать одноствольную колостому с запирательным механизмом.
2. Для достижения адекватного удерживающего механизма нет необходимости дополнительно заворачивать серозно-мышечный слой стенки кишки.
3. Наиболее высокое давление в колостоме создается при использовании цилиндрических спиральных имплантатов.
4. Использование цилиндрических спиральных имплантатов из никелида титана позволяет снизить выраженные воспалительные явления и активировать процессы регенерации в области колостомы.

Степень достоверности. Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом экспериментального материала, использованием современных методов исследования и корректных методов статистической обработки данных.

Апробация исследовательской работы. Основные результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на Межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 130-летию кафедры и клиники госпитальной хирургии «Актуальные вопросы абдоминальной и торакальной хирургии» (Томск, 22 декабря 2022); на конкурсе молодых ученых в рамках 10 Юбилейной конференции памяти академика Н.О. Миланова «Актуальные вопросы микрохирургии. Пластическая хирургия в России», по результатам конкурса молодых ученых присуждено I место (Москва, 21-22 февраля 2024); на заседании Томского областного общества хирургов

(Томск, 16 января 2025). По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, 4 статьи входят в перечень ВАК и 2 из них - международную реферативную базу данных Scopus и Web of Science. Также получено 2 патента РФ на изобретение.

Личный вклад автора. Автором проведен аналитический обзор источников литературы по изучаемой проблеме; сформулированы цель и задачи исследования; разработан дизайн эксперимента; выполнены оперативные вмешательства; проведен анализ и интерпретация полученных данных. Сформулированы основные научные положения и выводы работы, результаты исследования опубликованы. При личном участии автора проведен статистический анализ полученных данных.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 3-х глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 165 источников, и 2-х приложений. Ход и результаты научного исследования изложены на 135 страницах машинописного текста, иллюстрированы 5 таблицами, 41 рисунком.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Общая характеристика экспериментальных исследований. Эксперименты выполнены на 75 крысах-самцах линии Wistar со средней массой тела 554 ± 10 г. с одобрения локального биоэтического комитета ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России № 8471 от 09.11.2020 г. Все эксперименты были проведены в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей, а также «Quality practices in basic biomedical research» (QSBR), на которых основываются правила лабораторной практики в Российской Федерации (Решение ЕЭК от 03.11.2016 № 81 «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики Евразийского экономического союза в сфере обращения лекарственных средств»). Животные были получены из SPF-вивария Института цитологии и генетики Сибирского отделения РАН (Новосибирск). Клинически они были здоровы, имели ветеринарный сертификат качества и состояния здоровья. В ходе эксперимента животные находились в идентичных условиях.

Исследование проходило на базе Центра доклинических исследований ЦНИЛ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

В диссертации представлены данные, полученные с декабря 2020 по декабрь 2023 гг.

Оперативные вмешательства выполняли под общей анестезией с использованием ингаляции 1,5 % Изофлурана (Karizoo, Испания) для введения в наркоз и поддержания анестезии. Премедикацию проводили подкожным введением 0,1% раствора атропина сульфата (ФГУП «Московский эндокринный завод», Россия) в дозе 0,2 мг/кг.

Формирование групп исследований. В работе животные были распределены на 5 групп по 15 особей:

- группа 0 (n=15): контрольная группа, в которой проводилось оперативное вмешательство по созданию классической одностольной колостомы без применения имплантатов;
- группа 1 (n=15): опытная группа, в которой проводилось оперативное вмешательство по формированию колостомы с применением цилиндрической спирали из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя ободочной кишки;
- группа 2 (n=15): опытная группа, в которой проводилось оперативное вмешательство по формированию колостомы с применением цилиндрической спирали из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя ободочной кишки;

- группа 3 (n=15): опытная группа, в которой проводилось оперативное вмешательство по формированию колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя ободочной кишки;
- группа 4 (n=15): опытная группа, в которой проводилось оперативное вмешательство по формированию колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя ободочной кишки.

Особенности ведения в послеоперационном периоде. В послеоперационном периоде (14 дней) каждому животному проводили профилактику инфекционных осложнений Энрофлоксацином (ООО «АПИ-САН», г. Москва, Россия) в дозе 15 мг/ кг, разведенном в 200 мл питьевой воды, per os. Для анальгезии в первые двое суток после операции животные получали Кетопрофен («ВИК-здоровье животных», Беларусь) в дозировке 5 мг/кг 1 раз в сутки.

Для оценки клинического состояния животных выполняли их взвешивание, проводили мониторинг потребления корма и воды, наблюдали за наличием выделений из стомы, а также регистрировали возникающие осложнения.

Животных из каждой группы выводили из эксперимента на 7 (n=5), 30 (n=5) и 60 (n=5) сутки исследования. Эвтаназию проводили путём передозировки ингаляционного наркоза, 1,5 % Изофлурана (Karizoo, Испания). После вскрытия брюшной полости макроскопически оценивали состояние внутренних органов, включая наличие или отсутствие спаечного процесса. Затем выполняли забор участка сформированной колостомы с запорным аппаратом для гистологического исследования. Процесс сопровождали фотофиксацией.

Методы исследования. Для оценки динамики массы тела животных взвешивали на 1, 2, 3, 4, 5, 7, 30, 60-ые сутки.

На 60 сутки одному животному (n=5) из каждой группы проводили обзорную рентгенографию брюшной полости с контрастированием. Все испытуемые принудительно получали препарат бария (5 мл), разведенный в 50 мл фильтрованной воды, per os с помощью желудочного зонда. Оценивали проходимость всех отделов тонкой и толстой кишки, а также степень удержания каловых масс в концевом отделе. Исследования выполнялись на рентгенодиагностическом аппарате APOLLO (Villa Sistemi Medicali, Италия) на базе Госпитальных клиник имени А.Г. Савиных СибГМУ.

Для оценки состояния сформированного жома и клапана в эксперименте измеряли максимальное давление, которое необходимо для полного раскрытия неосфинктера. Исследование проводили на 60 сутки одному животному (n=5) из каждой группы. Использовалась U-образная система пластиковых трубок, заполненных водой с красителем, подключенная к шприцу объемом 20 мл и наконечнику с тонкостенным баллоном (презерватив). Давление измерялось в миллиметрах водного столба. Данную манипуляцию выполняли под общей анестезией с ингаляцией 1,5 % Изофлурана (Karizoo, Испания). Наконечник от инфузионной системы вместе с тонкостенным баллоном помещался в отверстие колостомы, затем с помощью шприца нагнетали давление в баллоне. Сразу после раскрытия неосфинктера колостомы, фиксировалась разница уровней жидкости.

Морфологическое исследование включало оценку наличия и выраженности инфильтрации области стомы иммунными клетками воспаления, а также оценку фиброза и некротических изменений. Согласно разработанной авторами шкале выраженности изменений присваивались баллы от 0 до 3 (0-отсутствие воспаления,

фиброза и некротических изменений; 1-слабовыраженные; 2- умеренно выраженные; 3-выраженные изменения). Исследования выполнены под руководством Васильченко Д.В. и Вторушина С.В. на базе патологоанатомического отделения клиник СибГМУ, г. Томск.

Интеграция разработанных образцов на основе TiNi в организм экспериментальных животных исследована методом растровой электронной микроскопии. Работы проводили с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 200 3D (FEI Company, США) с использованием режима вторичных электронов и низкого вакуума для исследования биологических объектов. Растровая электронная микроскопия выполнена на базе Национального Исследовательского Томского Государственного Университета под руководством заведующего лабораторией медицинского материаловедения Аникеева С. Г. и старшего научного сотрудника лаборатории медицинских материалов и имплантатов с памятью формы Сибирского физико-технического института им. акад. В.Д. Кузнецова Ходоренко В.Н.

Статистический анализ. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 13.0 (StatSoft Inc., США). Проверку на нормальность распределения значений осуществляли с помощью критерия Шапиро-Уилка. В том случае, когда распределение в экспериментальных группах было нормальным, дальнейшую обработку проводили с помощью дисперсионного анализа (ANOVA; параметрический метод) с последующим апостериорным сравнением (post-hoc) с помощью теста Бонферрони. При распределении, отличном от нормального, и несоблюдении межгруппового равенства дисперсий использовали непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Оценку относительных частот баллов интенсивности воспалительной реакции и послеоперационных осложнений проводили с помощью критерия согласия Пирсона. Различия между экспериментальными группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разработка способа формирования резервуарно-удерживающей колостомы с использованием имплантатов из никелида титана

Характеристика имплантов. Для создания жома и клапана при колостомии в эксперименте использовались цилиндрические спиральные и сферические импланты, выполненные из сверхэластичной никелид-титановой проволоки. Длина спирали по периметру 10 мм, диаметр витка 2 мм, сечение проволоки в пределах 60-100 мкм [Патент № 2774034]. Диаметр сферических имплантов выбирали в диапазоне 25–35% диаметра кишки [Патент № 2779144].

Хирургическая техника. Формирование колостомы осуществляли под шестикратным оптическим увеличением с использованием операционного микроскопа (Carl Zeiss, Германия) и набора микрохирургического инструментария.

Животное укладывали на спину на специальную подогреваемую панель (Kent Scientific Corporation, США). Предварительно удаляли шерсть триммером с передней брюшной стенки и трёхкратно обрабатывали операционное поле спиртовым раствором Хлоргексидина 0,05 % (Тульская фармацевтическая фабрика, Россия).

В стерильных условиях проводили нижнесрединную лапаротомию (разрез длиной приблизительно 5 см), ревизию брюшной полости, после чего нисходящий отдел ободочной кишки выводили в рану. Брыжейку рассекали от стенки кишки до корня, кровеносные сосуды перевязывали.

У животных контрольной группы выполняли классическое формирование одноствольной колостомы.

В 1-й и 3-й группах, в которых формирование колостомы происходило с применением имплантатов из никелида титана с заворачиванием серозно-мышечного слоя ободочной кишки, для лучшей ориентировки в тканях на уровне формирования колостомы 0,5% раствором лидокаина («ДАЛЬХИМФАРМ», Россия) с помощью инсулинового шприца и иглы 32 G (SFM Hospital Products, Германия), проводили гидропрепаровку серозно-мышечного слоя.

Далее под шестикратным оптическим увеличением операционного микроскопа выполняли циркулярное рассечение и отслоение серозно-мышечного слоя кишки в первой и третьей опытной группе.

Имплантаты помещали поверх серозно-мышечного слоя или дополнительно закатывали вскрытым с дистальной стороны серозно-мышечным слоем в зависимости от варианта исполнения.

В опытных группах имплантаты сводили навстречу друг другу, после чего подтягивали края образовавшихся складок кишки и фиксировали в таком положении отдельными узловыми швами Пролен 7/0-8/0 (Johnson & Johnson, США). При указанном соотношении диаметра кишки и диаметра имплантатов обеспечивалась непрерывность внешнего профиля запорного аппарата. За счет естественной толщины стенок кишки, внутренний профиль сужается до перекрытия просвета и реализации запорного эффекта.

В 1-й и 3-й опытной группе слизисто-подслизистый слой циркулярно перевязывали дистальнее сформированного запорного аппарата на 1 см и отсекали. Ушивали дистальную культю ободочной кишки, после чего погружали в брюшную полость.

После этого в левой подвздошной области проводили круглое иссечение кожи и подкожной клетчатки до апоневроза. Соответственно размерам иссеченной кожи и подкожной клетчатки производили рассечение апоневроза. Волокна мышц брюшной стенки раздвигали тупо, вскрывали брюшину. Мобилизовали преколостомический отдел ободочной кишки на протяжении 1,5-2 см, сохраняя брыжейку с краевыми кровеносными сосудами. Через выполненный разрез передней брюшной стенки терминальный отдел ободочной кишки с сформированным запорным аппаратом (в случае его исполнения) выводили наружу, фиксируя к апоневрозу. Со стороны брюшной полости мобилизованный отдел ободочной кишки дополнительно фиксировали узловым швом к париетальной брюшине левого бокового кармана. Далее завершали формирование колостомы с запорным аппаратом. В 1-й и 3-й группе по окружности колостомы кожа сшивалась с выступающим слизисто-подслизистым слоем, а во 2-й и 4-й с выступающим серозно-мышечным слоем отдельными узловыми швами PDS/Викрил 6-0 (Johnson & Johnson, США).

Брюшину и апоневроз ушивали Этибондом 3-0 (Johnson & Johnson, США) непрерывным швом, затем выполняли наложение отдельных узловых швов на кожу и подкожно-жировую клетчатку (Пролен 4-0, Johnson & Johnson, США). Поверхность раны обрабатывалась антисептиком, животных помещали в индивидуальные клетки.

Общеклинические данные. Общая продолжительность оперативного вмешательства составляла 90 ± 30 мин. Выживаемость животных в ходе эксперимента составила 100% (75 крыс).

Отделяемое из стомы у животных контрольной, первой и третьей опытной группы появлялось на вторые сутки после операции. Во второй и четвертой опытной группе отделяемое регистрировалось уже на первые сутки после операции в виде неоформленных каловых масс и отходило регулярно. Заживление раневых поверхностей кожи происходило на 7 сутки во всех группах.

Динамика массы тела животных

Таблица 1 – Обобщённые данные динамики массы тела животных (% от массы тела до операции), Me (Q low; Q up)

День после операции (количество животных)	Контроль. Моделирование колостомы	Группа 1. Моделирование колостомы с применением цилиндрических спиральных имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя	Группа 2. Моделирование колостомы с применением цилиндрических спиральных имплантатов из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя	Группа 3. Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя	Группа 4. Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя
1-й (n=45)	99,35 (98,67; 99,49)	97,94 (97,18; 99,09)	97,32 (96,82; 99,42)	99,35 (98,84; 99,55)	99,02 (98,66; 99,48)
2-й (n=45)	97,17 (96,82; 97,61)	95,51 (93,83; 97,15)	95,38 (94,17; 96,51)	97,31 (96,58; 97,92)	97,04 (95,45; 98,57)
3-й (n=45)	95,58 (95,26; 96,07)	93,89 (91,40; 94,85)	93,99 (91,46; 95,39)	95,96 (94,63; 96,59)	96,13 (94,66; 97,46)
4-й (n=45)	94,71 (93,08; 95,27)	92,75 (90,91; 93,86)	92,80 (90,61; 94,09)	94,98 (93,67; 96,43)	95,02 (92,16; 96,64)
5-й (n=45)	93,68 (92,42; 94,96)	91,25 (90,23; 93,51)	91,91 (87,54; 93,18)	93,96 (92,57; 95,65)	95,35 (93,42; 97,15)
7-й (n=45)	94,15 (90,26; 96,45)	90,92 (87,27; 93,70)	92,91 (88,20; 94,10)	94,08 (93,42; 95,57)	95,45 (91,46; 97,48)
30-й (n=30)	95,03 (92,40; 96,34)	102,16 (97,89; 109,51)	101,39 (95,01; 115,94)	96,47 (94,86; 97,58)	95,65 (90,56; 98,29)
60-й (n=15)	98,67 (96,45; 100,36)	94,43 (94,66; 108,42)	103,15 (103,14; 103,95)	98,79 (97,06; 99,04)	100,62 (100,50; 100,79)

Различия с группой «контроль» статистически не значимы, $p > 0,05$.

В настоящем исследовании показано, что моделирование колостомы с применением цилиндрических и сферических имплантатов из никелида титана (как с заворачиванием серозно-мышечного слоя ободочной кишки, так и без заворачивания) не

оказывало статистически значимого влияния ($p>0,05$) на изменение массы тела животных в сравнении с животными, у которых формировали колостому классическим способом.

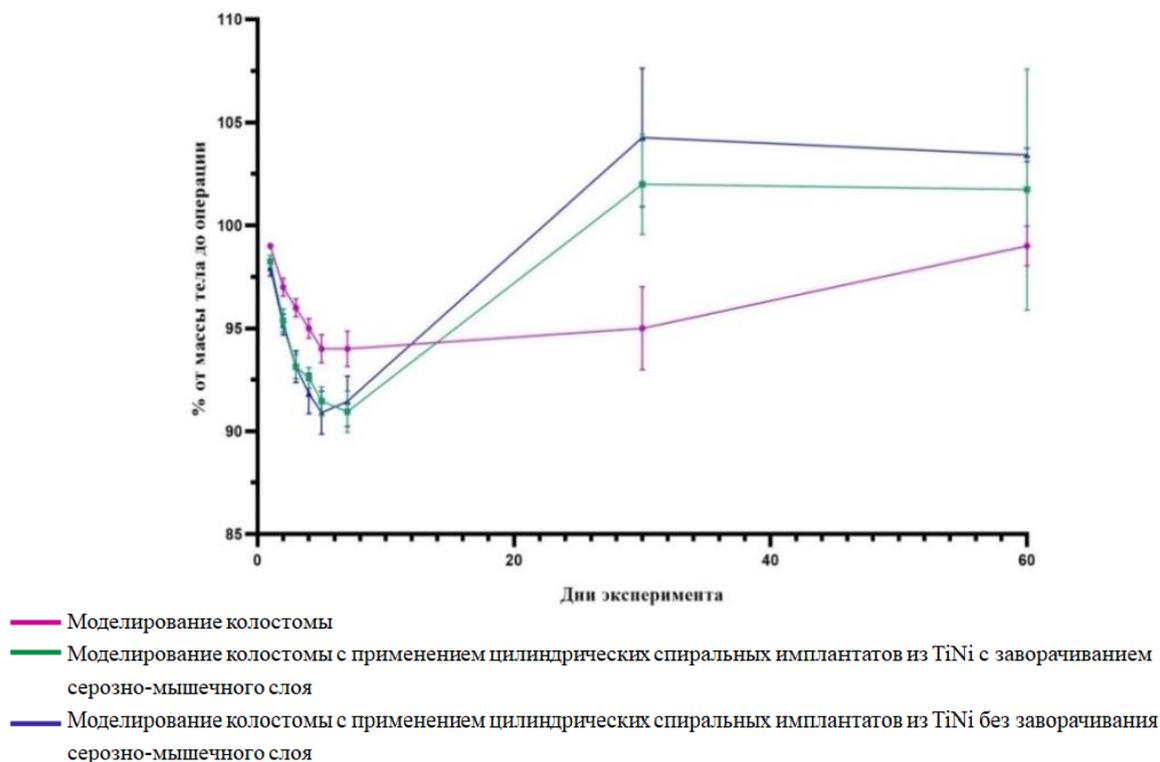


Рисунок 1 – Динамика массы тела животных в 1-й и 2-й группах в сравнение с контролем

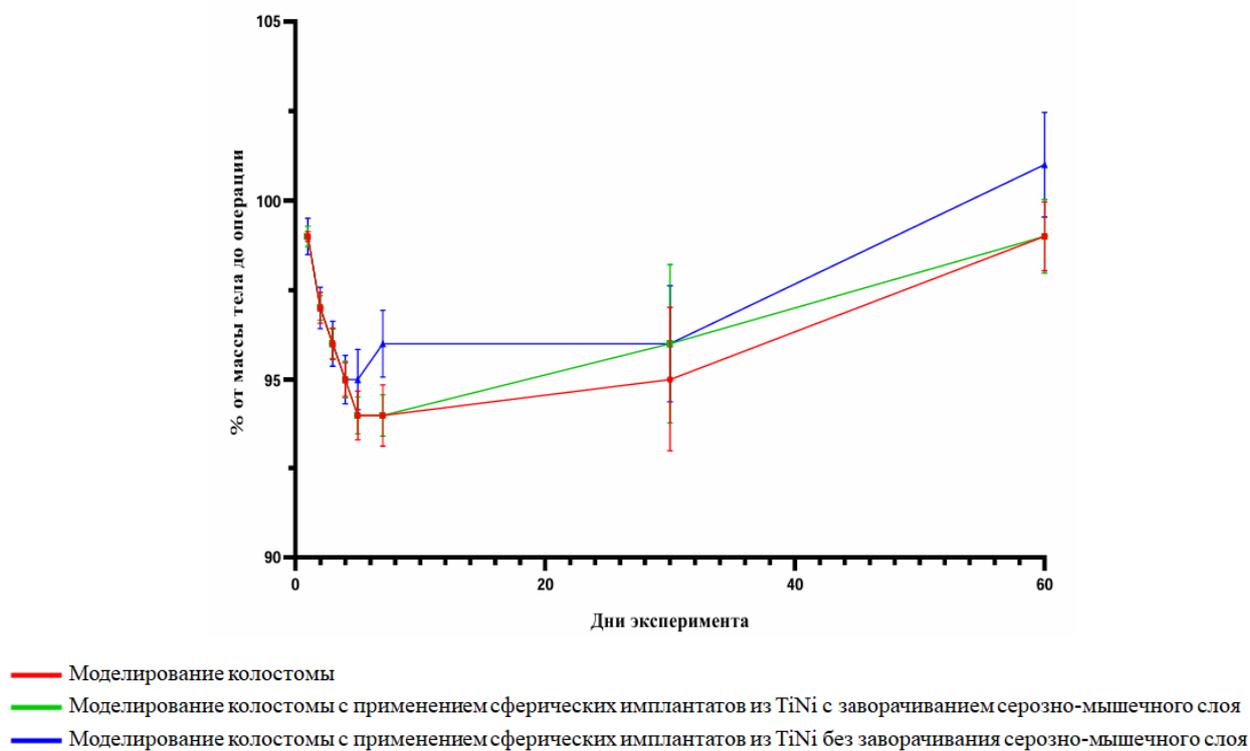


Рисунок 2 – Динамика массы тела животных в 3 и 4-х группах в сравнение с контролем

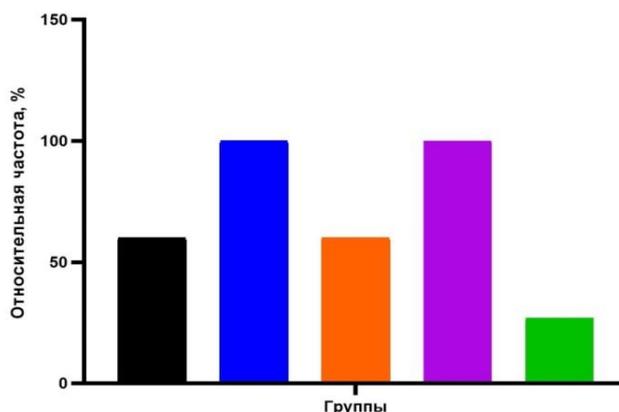
Осложнения в послеоперационном периоде. При проведении некропсии области оперативного вмешательства явления спаечного процесса и воспалительных явлений брюшины во всех группах были минимальны.

В настоящем исследовании показано, что моделирование колостомы с применением цилиндрических и сферических имплантатов из никелида титана с заворачиванием серозно-мышечного слоя приводит к увеличению частоты осложнений в 100% случаях в сравнении с группами без заворачивания, при этом увеличивается риск перфорации стенки кишечника ($p=0,032$).

Установлено, что в группах, где не производилось заворачивание серозно-мышечного слоя (в группе 2 – 53,33 %, в группе 4 – 26,67%), осложнений встречалось меньше, чем в группах 1 и 3 (100%), а также в контрольной (60%).

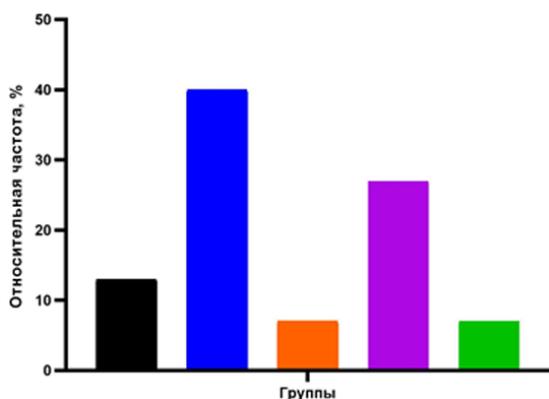
Согласно результатам, представленным в таблице 2 и на рисунке 3, формирование колостомы с применением цилиндрических и сферических имплантатов из никелида титана без заворачивания серозно-мышечного не оказывало статистически значимого влияния на послеоперационные осложнения в сравнении с классическим моделированием колостомы ($p>0,05$), что выступает в пользу углубленного изучения данных способов моделирования колостомы.

Количество животных с осложнениями

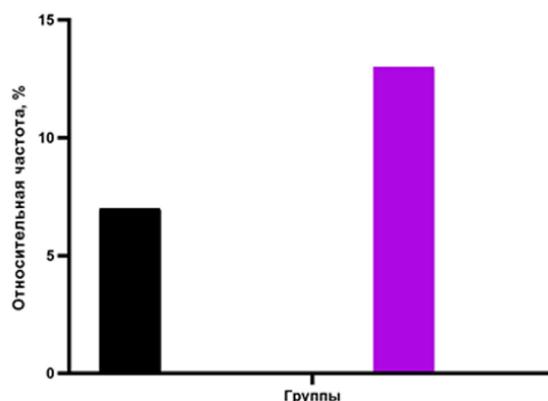


- Моделирование колостомы
- Моделирование колостомы с применением цилиндрической спирали из никелида титана с заворачиванием серозно-мышечного слоя
- Моделирование колостомы с применением цилиндрической спирали из никелида титана без заворачивания серозно-мышечного слоя
- Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из никелида титана с заворачиванием серозно-мышечного слоя
- Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из никелида титана без заворачивания серозно-мышечного слоя

Кровотечение в 1-е сутки после операции



Абсцесс лапаротомной раны



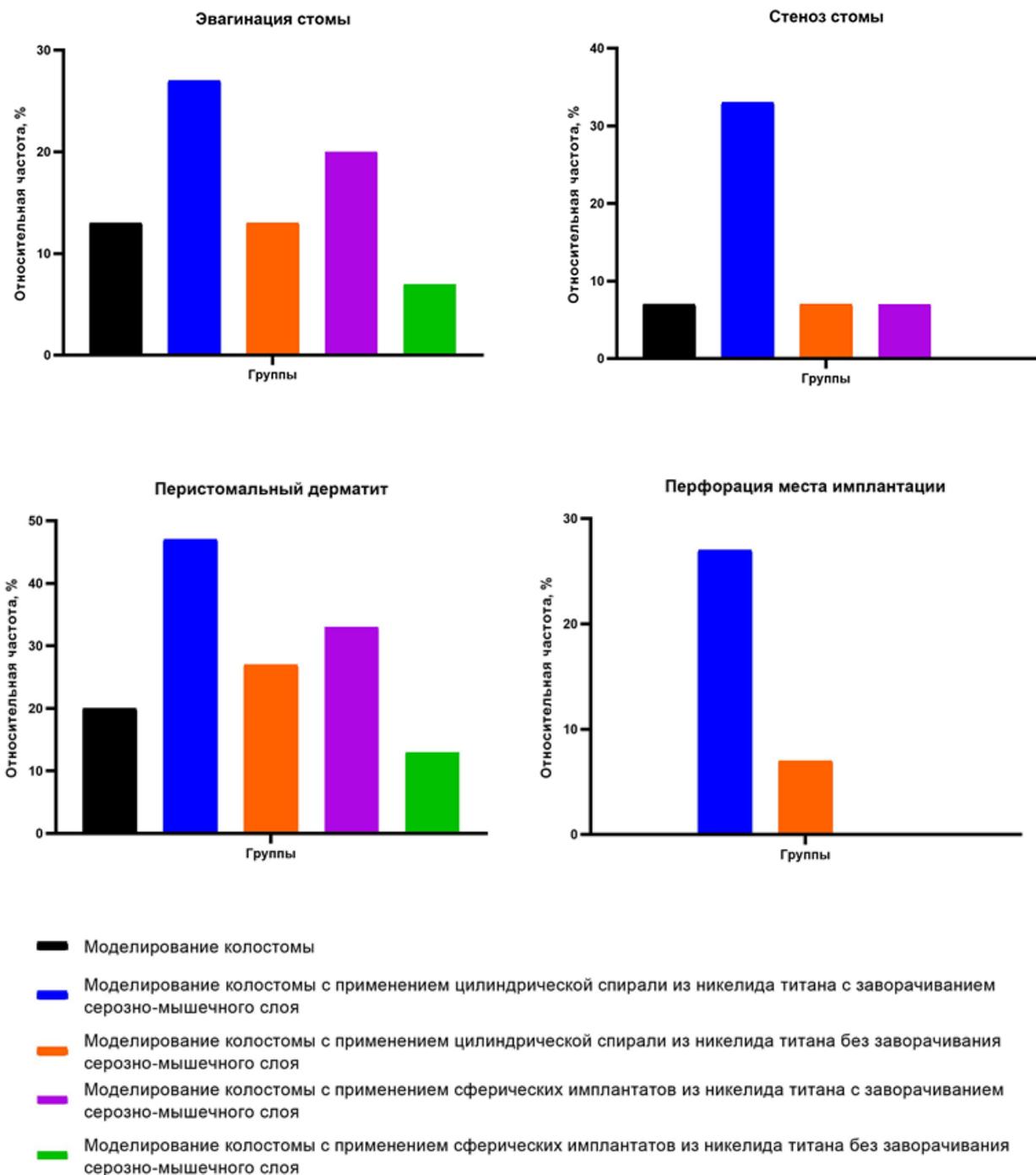


Рисунок 3 – Относительная частота возникновения осложнений, ассоциированных с формированием колостомы

Таблица 2 – Обобщённые данные относительных частот послеоперационных осложнений в контрольной, 1-ой, 2-ой, 3-ей и 4-ой опытной группе (%)

Осложнение	Контроль. Моделирование колостомы (контроль) (n=15)	Группа 1. Моделирование колостомы с применением цилиндрических спиральных имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно- мышечного слоя (n=15)	Группа 2. Моделирование колостомы с применением цилиндрических спиральных имплантатов из TiNi без заворачивания серозно- мышечного слоя (n=15)	Группа 3. Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно- мышечного слоя (n=15)	Группа 4. Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi без заворачивания серозно- мышечного слоя (n=15)	Уровень значимости
	I	II	III	IV	V	
Количество животных с осложнениями в процентах (%)	60,00	100,00	53,33	100,00	26,67	0,006 (I-II) 0,713 (I-III) 0,006 (I-IV) 0,065 (I-V) 1,000 (II-IV) 0,001 (III-V)
Кровотечение в 1-е сутки после операции	13,33 (n=2)	40,00 (n=6)	6,67 (n=1)	26,67 (n=4)	6,67 (n=1)	0,099 (I-II) 0,543 (I-III) 0,361 (I-IV) 0,543 (I-V) 0,045 (II-IV) 1,000 (III-V)

Абсцесс лапаротомной раны	6,67 (n=1)	0,00	0,00	13,33 (n=2)	0,00	0,309 (I-II) 0,309 (I-III) 0,543 (I-IV)) 0,309 (I-V) 0,001 (II-IV) 1,000 (III-V)
Эвагинация стомы	13,33 (n=2)	26,67 (n=4)	13,33 (n=2)	20,00 (n=3)	6,67 (n=1)	0,195 (I-II) 1,000 (I-III) 0,624 (I-IV) 0,543 (I-V) 0,265 (II-IV) 0,117 (III-V)
Стеноз стомы	6,67 (n=1)	33,33 (n=5)	6,67 (n=1)	6,67 (n=1)	0,00	0,068 (I-II) 1,000 (I-III) 1,000 (I-IV) 0,309 (I-V) 0,001 (II-IV) 0,009 (III-V)
Перистомальный дерматит	20,00 (n=3)	46,67 (n=7)	26,67 (n=4)	33,33 (n=5)	13,33 (n=2)	0,121 (I-II) 0,666 (I-III) 0,409 (I-IV) 0,624 (I-V) 0,054 (II-IV) 0,018 (III-V)
Перфорация слизистой оболочки кишки	0,00	26,67 (n=5)	6,60 (n=1)	0,00	0,00	0,032 (I-II) 0,309 (I-III) 0,001 (II-IV) 0,009 (III-V)

Результаты изучения сопротивления сформированного жома и клапана колостомы. В настоящем исследовании показано, что применение цилиндрических спиральных и сферических имплантатов из никелида титана (как с заворачиванием серозно-мышечного слоя, так и без заворачивания) приводит к статистически значимому увеличению давления в сформированной стоме в сравнении с классическим формированием ($p < 0,05$) (Таблица 3).

При этом наиболее высокое давление ($76,00 \pm 10,83$ мм вод. ст.) в сформированном жоме демонстрирует группа 2 ($p = 0,001$) в сравнении с классическим методом ($24,20 \pm 3,56$ мм вод. ст.).

Таблица 3 – Обобщённые данные давления в сформированной стоме, мм водного столба ($X \pm SE$)

Группа	Давление сформированной стомы (мм. вод. ст)	Уровень значимости
I. Контроль. Моделирование колостомы (n=5)	24,20±3,56	–
II. Группа 1. Моделирование колостомы с применением цилиндрической спирали из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя (n=5)	57,80±11,18	0,021 (I-II) 0,366 (II-IV)
III. Группа 2. Моделирование колостомы с применением цилиндрической спирали из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя (n=5)	76,00±10,83	0,001 (I-III) 0,065 (III-V)
IV. Группа 3. Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя (n=5)	45,80±5,65	0,012 (I-IV) 0,366 (II-IV)
V. Группа 4. Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя (n=5)	51,00±4,54	0,002 (I-V) 0,065 (III-V)

Морфологические особенности репаративных процессов в зоне колостомии.

На этапе макроскопического исследования выделенных нативных образцов колостомы на 60 сутки в первой и второй опытной группе отмечена чёткая граница сформированного жома. Продольные складки стенки кишки, образованные слизистым и подслизистым слоями на уровне жома, рельефно контурированы, границы кожного лоскута и стенки кишки отчетливые, без признаков воспаления, инвагинации и несостоятельности.

В контрольной, третьей и четвертой группе прослеживается сохранённая складчатость слизистой оболочки кишки, которая имеет бледно-розовый цвет; проходимость стомы сохранна. Также в области сформированного клапана сквозь слизистый слой отчетливо выступают сферические имплантаты.

Результаты гистологического исследования репаративных процессов в зоне колостомии.

В контрольной группе на 7 сутки у 4-х из 5 животных определяется стенка кишки и кожный лоскут с разрастанием грануляционной ткани с признаками острого воспаления в виде наличия некротических изменений и лейкоцитарной инфильтрации с примесью фибрина; также наблюдается картина продуктивного воспаления с примесью многоядерных клеток. В образце отсутствует сочленение стенки кишки и кожного лоскута за счет полей грануляционной ткани. У одного животного в группе морфофункциональная картина соответствовала слабовыраженному воспалению.

На 30 сутки у 3-х животных контрольной группы состоятельность колостомы сохранена, отмечается отчетливая граница между эпидермисом и слизистой толстой кишки. В дерме отмечается фиброз с умеренно выраженной лимфо-гистиоцитарной инфильтрацией с примесью эозинофилов, наблюдаются явления ангиоматоза. Прилежащая к кожному лоскуту стенка кишки имеет слизистую оболочку типичного гистологического строения. На границе с дермой, в подслизистом слое, наблюдаются явления фиброза. Мышечный слой кишки без особенностей. У 2-х животных прослеживалось выраженное воспаление с диффузной лимфоидной инфильтрацией с примесью нейтрофилов.

К 60 суткам в контрольной группе у одного из 5 животных колостома состоятельна, отмечается фиброз стомы и слабо выраженная лимфоидная инфильтрация. Остальные образцы имели картину умеренного (n=2) и выраженного (n=2) воспаления.

В первой опытной группе на 7 сутки у четырех животных в препаратах из области стомы отмечалась картина течения регенераторных процессов с сохраненной границей кожного лоскута и стенки кишки. Регенерация характеризовалась разрастанием грануляционной ткани на фоне неравномерно выраженной воспалительной полиморфноклеточной инфильтрации. Один образец показал хороший эффект регенерации в области стомы с минимальным воспалением.

На 30 сутки в области стомы у трёх животных отмечалась более отчетливая в отношении сопоставления краев граница слизистой оболочки толстой кишки и кожного лоскута (эпидермиса). В области анастомоза преобладает фиброз с наличием капилляров, очаговой выраженной лимфоидной инфильтрацией с примесью нейтрофилов и гемосидерофагов, что говорит о достаточной регенерации. В остальных двух образцах отмечалась выраженная воспалительная полиморфноклеточная инфильтрация.

У двух животных, выведенных на 60 сутки, в образцах стомы отмечалась отчетливая граница кожного лоскута и стенки толстой кишки с преобладанием фиброза, ангиоматоза и хронического неспецифического воспаления, что говорит об адекватной полной регенерации колостомы и, соответственно, ее состоятельности. В трёх образцах прослеживалась картина хронического воспаления высокой степени активности.

Во второй опытной группе на 7 сутки у 3-х животных в области стомы граница между слизистой оболочки толстой кишки и эпидермисом также была отчётливой, в строме преобладали явления фиброза с ангиоматозом на фоне разрастания грануляционной ткани, с примесью нейтрофилов, что говорит об активных процессах регенерации. У остальных 2-х животных отмечалась выраженная воспалительная полиморфноклеточная инфильтрация.

На 30 сутки у 3-х животных отмечается отчетливая граница слизистой оболочки толстой кишки и кожного лоскута (эпидермиса) с прилежащими придатками кожи. Граница между кожным лоскутом и стенкой кишки отчетливая, преобладают явления хронического воспаления на фоне фиброза и ангиоматоза. Остальные образцы (n=2) в области стомы имели картину умеренно выраженного воспаления.

На 60 сутки у всех животных (n=5), в области стомы отмечена картина полной регенерации на фоне преобладания хронического воспаления слабой степени активности и фиброза с ангиоматозом.

В третьей опытной группе у 3-х из 5 животных на 7 сутки определяется граница кожного лоскута и стенки кишки с наличием в этой зоне крупных полей грануляционной ткани, капилляров и умеренной лимфоидной инфильтрации с примесью нейтрофилов. Края слизистой оболочки и кожного лоскута разобщены, разделены грануляционной тканью, на поверхности которой вместо слизистой оболочки – нейтрофилы с примесью нитей фибрина. У 2-х животных из данной группы наблюдались признаки выраженного воспаления в виде наличия некротических изменений.

К 30 суткам третьей опытной группы у одного из 5 животных наблюдается фиброз с умеренно выраженной лимфо-гистиоцитарной инфильтрацией с примесью эозинофилов и явления ангиоматоза. У 4-х особей на границе между кожным лоскутом и слизистой оболочкой определяется выраженная лимфогистиоцитарная инфильтрация с очагами некроза эпидермиса. На границе стомы, как в дерме, так и в стенке кишки отмечается формирование грануляционной ткани с ангиоматозом с выраженной инфильтрацией лимфоцитами с примесью макрофагов, эозинофилов и нейтрофилов.

К 60 суткам третьей опытной группы у 2-х из 5 животных отмечается состоятельность стомы с адекватными явлениями регенерации, с развитием фиброза как в дерме, так и в стенке кишки, а также с умеренно выраженной лимфоидной инфильтрацией стромы. Осложнений со стороны дермы и стенки кишки не определяется. Остальные образцы (n=3) в области стомы имели картину фиброза с выраженной воспалительной инфильтрацией лимфоцитами.

В четвертой опытной группе у одного животного на 7 сутки между эпидермисом и стенкой кишки определяется протяженный участок, представленный грануляционной тканью с капиллярами, лимфогистиоцитарной инфильтрацией с примесью эозинофилов. На поверхности дефекта – фибрин и нейтрофилы. На остальном протяжении гистологическое строение кишки сохранено. Слизистая оболочка типичного строения. У 2-х животных наблюдались признаки умеренного воспаления, а ещё у 2-х было выраженное воспаление, но без некротических изменений.

На 30 сутки у одного животного четвертой опытной группы эпидермис кожи сохранен, имеет типичное гистологическое строение с явлением паракератоза. В дерме отмечается выраженный фиброз с умеренно выраженной лимфогистиоцитарной инфильтрацией с примесью эозинофилов и крупных эпителиоидных клеток. В области «стомы» в стенке кишки фиброз, умеренно выраженная лимфогистиоцитарная инфильтрация с примесью эозинофилов, отмечается наличие сосудов и умеренно выраженный отек. Мышечный слой кишки без особенностей. Образец показывает полную состоятельность области анастомоза с картиной хронического неспецифического воспаления слабой степени активности, умеренно выраженного фиброза и ангиоматоза в виде сформированных капилляров. У 3-х наблюдался фиброз с умеренно выраженной лимфо-гистиоцитарной инфильтрацией с примесью эозинофилов и явления ангиоматоза. У одного животного имелась картина хронического воспаления высокой степени активности.

На 60 сутки у 3-х животных в четвертой опытной группе эпидермис сохранен, имеет типичное гистологическое строение с явлением умеренной гиперплазии. В дерме отмечается выраженный фиброз со слабо выраженной лимфоидной инфильтрацией и слабо выраженным отеком. Прилежащая к кожного лоскуту стенка кишки имеет слизистую оболочку типичного гистологического строения. Данный образец показал хороший эффект регенерации в области стомы с уменьшением воспалительной инфильтрации. Соединение кожного лоскута и стенки кишки в области анастомоза полное. У 2-х животных сохранялась умеренно выраженная воспалительная инфильтрация.

В настоящем исследовании установлено преимущество экспериментального моделирования колостомы с применением цилиндрических спиральных имплантатов из никелида титана без заворачивания серозно-мышечного слоя ободочной кишки по сравнению с классическим формированием колостомы (на 60-й день $p=0,040$) в виде наименее выраженной воспалительной реакции.

Более того, предлагаемый нами подход показал преимущество не только по сравнению с классической методикой, но и с альтернативным способом моделирования колостомы, при котором также применяются цилиндрические имплантаты, но с заворачиванием серозно-мышечного слоя ободочной кишки.

Согласно результатам, полученным в группах 3 и 4, где использовались сферические имплантаты в различных вариантах исполнения, выраженность воспалительной реакции сохранялась даже к 60 суткам ($p=0,178$).

Обобщённые данные относительных частот баллов интенсивности воспалительной реакции представлены в таблице 4 и на рисунке 4.

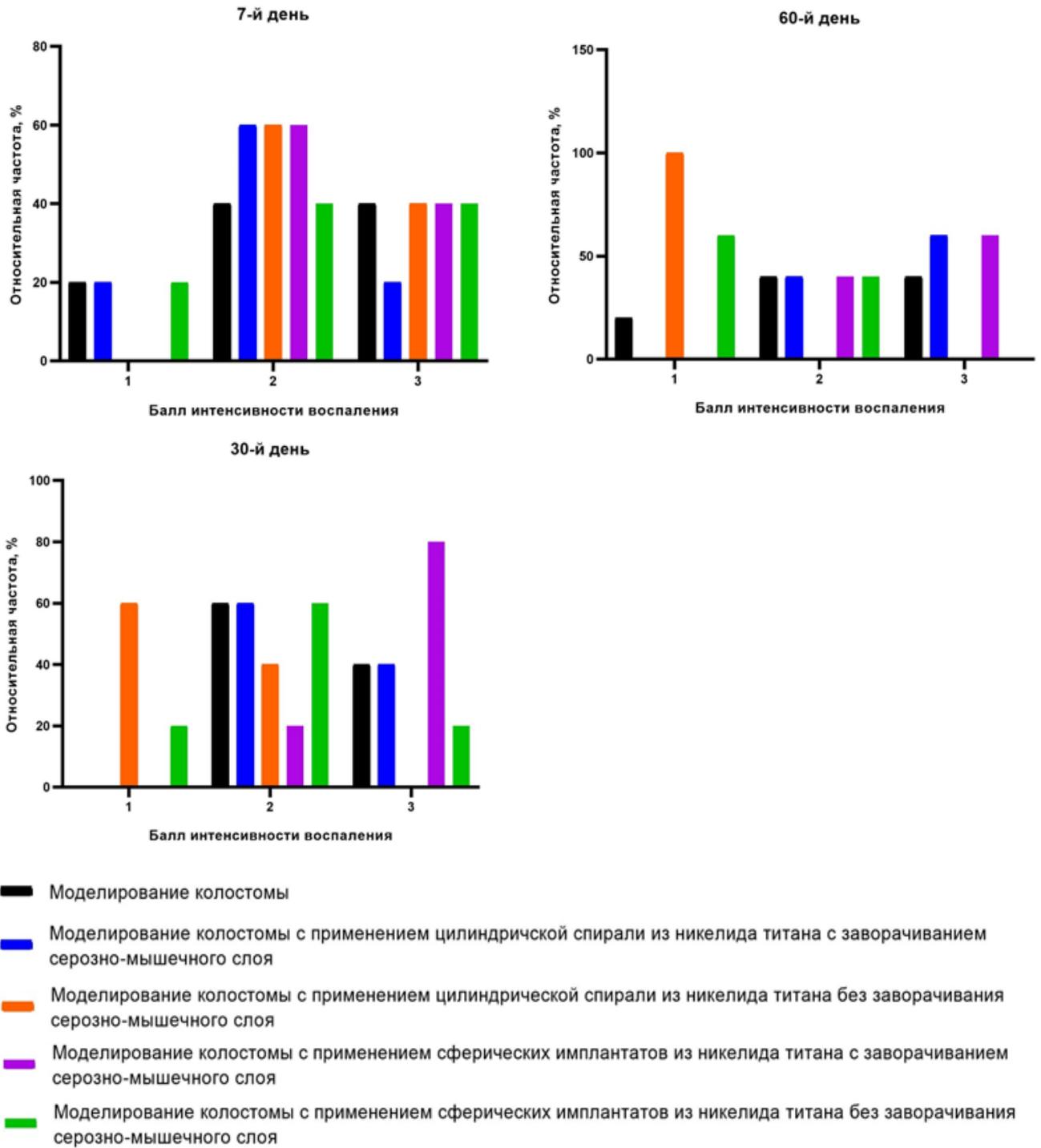


Рисунок 4 – Относительная частота оценки интенсивности воспалительной реакции (в процентах)

Таблица 4 – Обобщённые данные относительных частот баллов интенсивности воспалительной реакции контрольной, 1-ой, 2-ой, 3-ей и 4-ой опытной группы (%)

День	Моделирование колостомы (контроль) (n=5)	Моделирование колостомы с применением цилиндрической спирали из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя (группа 1) (n=5)	Моделирование колостомы с применением цилиндрической спирали из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя (группа 2) (n=5)	Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi с заворачиванием серозно-мышечного слоя (группа 3) (n=5)	Моделирование колостомы с применением сферических имплантатов из TiNi без заворачивания серозно-мышечного слоя (группа 4) (n=5)	Уровень значимости
	I	II	III	IV	V	
7-й	20 (1 балл)	20 (1 балл)	60 (1 балл)	0 (1 балл)	20 (1 балл)	0,422 (I-II-III)
	40 (2 балла)	60 (2 балла)	60 (2 балла)	60 (2 балла)	40 (2 балла)	0,864 (I-IV-V)
	40 (3 балла)	20 (3 балла)	40 (3 балла)	40 (3 балла)	40 (3 балла)	0,513 (II-IV)
	0 (1 балл)	0 (1 балл)	60 (1 балл)	0 (1 балл)	20 (1 балл)	0,223 (III-V)
30-й	60 (2 балла)	60 (2 балла)	40 (2 балла)	20 (2 балла)	60 (2 балла)	0,133 (I-II-III)
	40 (3 балла)	40 (3 балла)	0 (3 балла)	80 (3 балла)	20 (3 балла)	0,273 (I-IV-V)
	20 (1 балл)	0 (1 балл)	100 (1 балл)	0 (1 балл)	60 (1 балл)	0,490 (II-IV) 0,513 (III-V)
60-й	40 (2 балла)	40 (2 балла)	0 (2 балла)	40 (2 балла)	40 (2 балла)	0,040 (I-II-III) 0,178 (I-IV-V)
	40 (3 балла)	60 (3 балла)	0 (3 балла)	60 (3 балла)	0 (3 балла)	0,074 (II-IV) 0,114 (III-V)

ВЫВОДЫ

1. Разработанные цилиндрические и сферические имплантаты из никелида титана позволяют в эксперименте создавать простой в исполнении и надежный запорный аппарат колостомы, препятствующий постоянному отхождению кишечного содержимого.
2. В эксперименте оригинальный метод формирования колостомы с применением имплантатов из никелида титана без заворачивания серозно-мышечного слоя демонстрирует статически достоверное снижение частоты послеоперационных осложнений ($p=0,001$) таких как кровотечение, абсцесс, эвагинация и стеноз стомы по сравнению с классической колостомией и колостомией с заворачиванием серозно-мышечного слоя кишки.
3. Применение цилиндрических и сферических имплантатов из никелида титана как с заворачиванием, так и без заворачивания серозно-мышечного слоя приводит к статистически значимому увеличению давления в сформированной колостоме в сравнении с классическим формированием ($p<0,05$). При этом наиболее высокое давление ($76,00\pm 10,83$ мм вод. ст.) демонстрирует группа 2, где применялся цилиндрический имплантат без заворачивания серозно-мышечного слоя ($p=0,001$), в сравнении с контрольной группой, в которой применялся классический метод колостомии ($24,20\pm 3,56$ мм вод. ст.).
4. В группе с использованием цилиндрических имплантатов без заворачивания серозно-мышечного слоя наблюдалось статистически значимое меньшее количество воспалительных явлений (на 60-й день $p=0,040$) и значительная активизация физиологических процессов регенерации по сравнению с группами, где проводились классическая колостомия и колостомия с использованием сферических имплантатов из никелида титана.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для создания резервуарно-удерживающей колостомы в эксперименте на крысах необходимо придерживаться микрохирургических техник.
2. Диаметр сферических имплантатов необходимо выбирать в диапазоне от 25 до 35% диаметра кишки.
3. Диаметр витка цилиндрической спирали необходимо выбирать в пределах 2 мм, сечение проволоки около 60-100 мкм.
4. При формировании запорного аппарата (жома) и клапана при колостомии необходимо уменьшение на 50-55 % наружного сечения кишки с тем, чтобы свести внутренние слои до перекрытия просвета. Необходимый для этого периметр, образуемый имплантатами, определяют визуально в момент операции.
5. Для снижения риска образования спаечного процесса в брюшной полости, необходимо обкладывать операционное поле влажными салфетками и не допускать пересыхания биологических тканей.
6. При моделировании жома и клапана колостомы целесообразно использовать атравматичные нити (PDS, Викрил, Монокрил) необходимого размера (4/0-6/0).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

TiNi – никелид титана

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Патент РФ № 2774034 С1. Способ формирования запорного аппарата при колостомии в эксперименте: № 2021130469: заявл. 20.10.2021: опубл. 14.06.2022 / Г. Ц. Дамбаев, **В. И. Коробейникова**, В. Э. Гюнтер, Н.В. Артюхова, С.Г. Аникеев, В.Н. Ходоренко, М.И. Кафтаранова; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».
2. Патент РФ № 2779144 С1. Способ формирования кишечного клапана при колостомии: № 2021133150: заявл. 16.11.2021: опубл. 02.09.2022 / Г. Ц. Дамбаев, **В. И. Коробейникова**, В. Э. Гюнтер, Н.В. Артюхова, С.Г. Аникеев, В.Н. Ходоренко, М.И. Кафтаранова; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский государственный университет".
3. **Коробейникова, В. И.** Состояние проблемы формирования искусственного сфинктера при колостомии (обзор литературы) / В. И. Коробейникова, Г. Ц. Дамбаев, Е. А. Авдошина // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2022. – Т. 25, № 4(83). – С. 92-97. – DOI 10.52581/1814-1471/83/10. **ИФ РИНЦ 0,1 (К3).**
4. **Коробейникова, В. И.** Формирование клапана при колостомии с использованием сферических имплантатов на основе никелида титана с заворачиванием и без заворачивания серозно-мышечного слоя кишки / В.И. Коробейникова, Г.Ц. Дамбаев, С.Г. Аникеев, В.Н. Ходоренко, О.А. Кайдаш, М.В. Буктеров, А.А. Уфандеев, Д.В. Васильченко, Е.А. Авдошина, М.М. Соловьев, Н.Э. Куртсеитов, В.Э. Гюнтер // Современные технологии в медицине. – 2023. – Т. 15, № 6. – С. 49-62. – DOI 10.17691/stm2023.15.6.06. **ИФ РИНЦ 1,2 (К1).**
5. **Коробейникова В. И.** Экспериментальное исследование способов формирования клапана при колостомии с использованием имплантатов на основе никелида титана / В.И. Коробейникова, Г.Ц. Дамбаев, Н.Э. Куртсеитов, М.М. Соловьев, А.А. Уфандеев, Е.А. Авдошина, А.С. Побежимова, В.С. Ли // Актуальные вопросы микрохирургии: сборник тезисов X Юбилейной конференции памяти академика Н.О. Миланова / Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова. - Москва, 2024. – С. 95-99.
6. **Коробейникова В. И.** Формирование сфинктерного механизма при колостомии с использованием имплантатов на основе никелида титана в эксперименте / В.И. Коробейникова, Г.Ц. Дамбаев, М.М. Соловьев, Н.Э. Куртсеитов, С.В. Вторушин, В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, С.Г. Аникеев, С.В. Бородина, О.А. Кайдаш, М.В. Буктеров, Д.В. Васильченко, А.А. Уфандеев, Е.А. Авдошина, А.С. Побежимова, В.С. Ли // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2024. – Т. 27, № 3(90). – С. 67-85. – DOI 10.52581/1814-1471/90/06. **ИФ РИНЦ 0,1 (К2).**
7. Artyukhova, N. V. Structure of thin TiNi wires and fiber-based surgical implants / N. V. Artyukhova, E. A. Bolshevich, S. A. Pakholkina, V. G. Ryzhakova, **V. I. Korobeinikova**, V. I. Mitsiuk, V. V. Stolyarov. // Russian Physics Journal. – 2025. – №68. – P. 9-15. DOI 10.1007/s11182-025-03394-3. **ИФ РИНЦ 0,4 (К1).**