

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
АНДИЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
ИНСТИТУТ**

«УТВЕРЖДАЮ»
**Председатель научно-технического
совета министерства здравоохранения**
_____ Ш.К.Атаджанов
« _____ » _____

Курбанов Хасан Аскарлович

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ШОВНЫХ
МАТЕРИАЛОВ В ПРОФИЛАКТИКЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ
ОСЛОЖНЕНИЙ**

Монография

Андижан – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ | 4 |
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| ГЛАВА I. ШОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ОБЛАСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА. ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ВОЗНИКШЕЙ ИНФЕКЦИИ (обзор литературы) | 17 |
| §1.1 Причины развития раневой инфекции, связанные с шовным материалом..... | 17 |
| §1.2. Возможности применения шовных материалов с антимикробным покрытием..... | 26 |
| §1.3. Фотодинамическая инактивация микроорганизмов..... | 38 |
| Резюме..... | 44 |
| ГЛАВА II. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И ПРИМЕНЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ | 47 |
| §2.1. Клиническая характеристика оперированных больных..... | 47 |
| §2.2. Экспериментальные и морфологические исследования..... | 54 |
| §2.3. Методы обследования пациентов, участвующих в исследовании..... | 55 |
| §2.4. Статистический анализ числовых показателей..... | 59 |
| ГЛАВА III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИЖИВЛЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ШОВНОГО МАТЕРИАЛА | 61 |
| §3.1. Результаты экспериментально-морфологических исследований..... | 61 |
| §3.2. Некоторые особенности применения метиленового синего и фототерапии..... | 74 |
| Резюме..... | 78 |
| ГЛАВА IV ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА РАЗВИТИЯ РАНЕВЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ | 83 |

| | |
|--|------------|
| §4.1. Оптимизация способа ушивания операционных ран и профилактики развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии в зависимости от степени чистоты оперативного вмешательства..... | 83 |
| §4.2. Анализ ранних результатов предложенного способа ушивания операционных ран..... | 93 |
| §4.3. Анализ отдаленных результатов..... | 106 |
| Резюме..... | 112 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... | 138 |

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- AMP** - Антимикробный пептид
- APIC** - Ассоциации специалистов по контролю инфекций и эпидемиологии
- НАСС** - Гидроксипропилтриметиламмонийхлорид хитозан
- IDSA** - Американское общество по инфекционным заболеваниям
- MRSA** - Метициллин-резистентный золотистый стафилококк
- NHSN** - Сеть национальной безопасности здравоохранения
- PLA** - Полимолочная кислота
- PLG** - Полилактид- ко -гликолидной кислотой
- QSM** - Четвертичныйо бензофенон
- SHEA** - Общество эпидемиологии здравоохранения Америки
- АГ** - Астрагерма
- АЛТ** - Аланинаминотрансфераза
- АСТ** - Аспартатаминотрансфераза
- АФК** - Активные формы кислорода
- БП** - Брюшная полость
- ВАШ** - Визуально-аналоговая шкала
- ДНК** - Дезоксирибонуклеиновая кислота
- ДПК** - Двенадцатиперстная кишка
- ИК** - Инфракрасный
- ИОХВ** - Инфекция области хирургического вмешательства
- КГ** - Контрольная группа
- КОЕ** - Колоне образующая единица
- ОГ** - Основная группа
- МС** - Метиленовая синь
- ПГК** - Полигликолевая кислота
- ПН** - Поликапроамидная нить
- ПХ** - Полимера хитозан
- ПЭТ** - Полиэтилентерефталат

- РНК** - Рибонуклеиновая кислота
- УЗИ** - Ультразвуковое исследование
- ФДТ** - Фотодинамическая терапия
- ЦФ** - Ципрофлоксацин

ВВЕДЕНИЕ

В современной хирургии шовный материал остается одной из основных составляющих оперативного вмешательства, при этом именно фактор вида примененных хирургических нитей остается актуальным в плане профилактики развития раневых осложнений. «Локальная хирургическая инфекция и другие послеоперационные раневые осложнения являются распространенной проблемой в абдоминальной хирургии. В Европе и США эти осложнения остаются вторым по распространенности типом инфекции, развитие которых в среднем отмечается у 2-5% хирургических стационарных пациентов»¹. Исследования показывают, что «раневые осложнения не только напрямую влияют на качество и исход оперативного лечения, но и существенно увеличивают медицинские расходы на их устранение, в частности, только в США эти дополнительные затраты составляют 3,5-10 млрд долларов в год»². Для большинства хирургов выбор шовного материала в основном определяется собственным опытом и оснащением клиники, при этом наряду с возможностью применения современных дорогостоящих шовных материалов, для многих стран эти варианты хирургических нитей остаются малодоступными. Это обуславливает необходимость применения менее биосовместимого шовного материала (шелк, капрон, кетгут и т.д.), что может привести к увеличению риска развития ответных реакций на шовный имплантат. В связи с чем профилактика развития раневой инфекции и других осложнений для хирургов остается актуальной задачей и является важным фактором в плане улучшения результатов лечения и снижения затрат.

¹ Kouzu K, Kabata D, Shinkawa H, Shinji S, Ishinuki T, Tamura K, Uchino M, Ohge H, Shimizu J, Haji S, Mohri Y, Yamashita C, Kitagawa Y, Suzuki K, Kobayashi M, Kobayashi M, Hanai Y, Nobuhara H, Imaoka H, Yoshida M, Mizuguchi T, Mayumi T, Kitagawa Y. Association between skin suture devices and incidence of incisional surgical site infection after gastrointestinal surgery: systematic review and network meta-analysis. *J Hosp Infect.* 2024 Aug;150:134-144. doi: 10.1016/j.jhin.2024.04.029. Epub 2024 Jun 19. PMID: 38901769.

² Berríos-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, Reinke CE, Morgan S, Solomkin JS, Mazuski JE, Dellinger EP, Itani KMF, Berbari EF, Segreti J, Parvizi J, Blanchard J, Allen G, Kluytmans JAJW, Donlan R, Schechter WP; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. *JAMA Surg.* 2017 Aug 1;152(8):784-791. doi: 10.1001/jamasurg.2017.0904. Erratum in: *JAMA Surg.* 2017 Aug 1;152(8):803. doi: 10.1001/jamasurg.2017.1943. PMID: 28467526.

В мировой практике в настоящее время наиболее актуальными продолжают оставаться исследования новых вариантов шовного материала, обеспечивающего снижение риска развития ответных воспалительных реакций, в частности, проводятся разработки различных покрытий для нити, включая антибактериальные и другие химические агенты, применение наночастиц, физических методов воздействия. Проводятся исследования по улучшению биосовместимости шовного материала с учетом качества и состава текстильного имплантата, химической структуре его поверхности, а также такого фактора как геометрия швов, основанного на градации хирургических нитей как по основным текстурным параметрам, так и по вариации техники наложения швов.

ГЛАВА I. ШОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ОБЛАСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА. ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ВОЗНИКШЕЙ ИНФЕКЦИИ (обзор литературы)

§1.1. Причины развития раневой инфекции, связанные с шовным материалом

Инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) возникают примерно у 1–3 % пациентов, перенесших плановую операцию, в зависимости от типа выполненной операции. В 2021 году в National Healthcare Safety Network (NHSN) было зарегистрировано в общей сложности 21 186 случаев ИОХВ из 2 759 027 оперативных вмешательств [39, 44, 91].

У пациентов с ИОХВ риск смерти в 2–11 раз выше, чем у оперированных пациентов без развития ИОХВ. Сопутствующие расходы на ИОХВ варьируются в зависимости от типа хирургического вмешательства, медицинских имплантатов и типа возбудителя инфекции. В целом, по оценкам, стоимость лечения пациентов, у которых развивается ИОХВ, в 1, 4–3 раза выше, чем у пациентов, у которых ИОХВ не развивается [89]. Так

например в США на долю ИОХВ ежегодно приходится от 3, 5 до 10 миллиардов долларов расходов на здравоохранение [94, 105].

Так же согласно данным NHSN, ИОХВ может быть вызвано бактериями, устойчивыми к антибиотикам, такими как метициллин-устойчивый *золотистый стафилококк*, ванкомицин-устойчивые энтерококки и мультирезистентные грамотрицательные бациллы. Эти инфекции могут быть более сложными для лечения и могут быть вызваны патогенами, устойчивыми к стандартным эмпирическим антибиотикам [119].

В соответствии с Рекомендациями IDSA (IDSA – Американское общество инфекционистов) по лечению инфекций кожи и мягких тканей все ИОХВ делятся на три типа – в зависимости от глубины распространения инфекции [92].:

- поверхностные, при которых в процесс вовлекаются только кожа и подкожная клетчатка (поверхностная инфекция). Развиваются в течение 30 дней после операции;

- глубокие, при которых в процесс вовлекаются более глубокие мягкие ткани (фасции и мышцы). Развиваются в течение 30 дней после операции или в течение года после установки протеза (сустава или клапанов);

- инфекции области хирургического вмешательства с вовлечением органа/полости. В процесс вовлекается любой орган или полость (кроме области разреза), которые были вскрыты или подвергались манипуляциям во время операции. Развиваются в течение 30 дней после операции или в течение года после установки протеза (сустава или клапанов)

После выписки пациентов из клиники частота возникновения ИОХВ послеоперационной раны достигает 28, 4%, половина из них как правило нуждается в повторной госпитализации, что в свою очередь удлиняет сроки госпитализации, продолжительность лечения и увеличивает материальные затраты в 6-8 раз [7].

С целью профилактики инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) в комплексе мероприятий применяются различные

методы антибактериальной профилактики. Для более длительного противомикробного эффекта используют методы импрегнации различных препаратов на полимерные изделия и шовные хирургические материалы обладающих биологически активными бактерицидными свойствами [12, 25].

Одним из факторов риска возникновения ИОХВ по мнению ряда авторов считается хирургический шовный материал [20, 24]. Наиболее распространенным патогеном, вызывающим эти инфекции, является *Staphylococcus aureus*, грамположительная бактерия, которая является причиной в 23% случаев [103].

Проведенный сравнительный анализ микробной колонизации и осложнения со стороны ран в связи с использованием хирургических скоб, нейлонового и полипропиленового шовного материала позволил определить частоту осложнений ран в связи с использованием этих трех материалов. Было проведено исследование 60 пациентов, из которых в 20 случаях рана ушита проленом, в 20 нейлоном и 20 металлическими скобами. Проленовые швы, нейлоновые швы и скобы были удалены на 8-14-й день после операции. Удаленные фрагменты шва и скобы были помещены в питательные среды. В результате 70% пациентов из группы пролена был обнаружен рост бактерий при микробной колонизации, тогда как у 30% не было никакого роста. В группе нейлона у 50% пациентов был обнаружен рост бактерий, тогда как у остальных 50% роста не было. В группе пациентов, где применены скобы у 95% пациентов не было никакого роста бактерий на питательных средах, и только у 5% был положительный рост бактерий. Все эти различия были статистически значимыми ($p < 0,001$). Наиболее распространенной микробной флорой были *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella spp*, *Pseudomonas aeruginosa* [98].

С 3500 г. до н. э. швы считались наиболее эффективным и единственным способом закрытия хирургических ран, и они являются неотъемлемой частью хирургических манипуляция. Хирургические швы используются для сшивания открытых краев ран вместе и должны выдерживать

физиологическое механическое напряжение, что помогает в закрытии ран. Существуют различные типы хирургического шовного материала, такие как рассасывающиеся/нерассасывающиеся, синтетические/биологические, монофиламентные/мультифиламентные и т. д., но все они, как известно, являются субстратом для вегетации бактерии, которые могут стать источником инфекции в зоне хирургического вмешательства [63, 70, 84, 126].

Хирургические процедуры требуют использования медицинских устройств, включая хирургические швы. В недавнем исследовании отмечено увеличение общего объема глобальных хирургических процедур на 5,1% с 2021 по 2025 год. Это обусловлено старением населения и ростом заболеваемости, вызванной неправильным образом жизни. Таким образом, мировой рынок хирургических расходных материалов, по оценкам, достигнет 19,51 млрд долларов США к 2025 году, при этом хирургические шовные материалы составят примерно 19% от общего объема рынка по стоимости, что эквивалентно примерно 4,60 млрд долларов США [68]. Кроме того, спрос на шовные материалы растет из-за увеличения числа хирургических процедур, выполняемых во всем мире, независимо от доступности на рынке заменителей шовного материала, таких как хирургические скобы, клеи и др. Эти продукты часто не достигают стабильности и гибкости, которые обеспечивают швы при лечении ран, особенно современные типы шовных материалов с улучшенными функциональными возможностями, такие как шовные материалы с лекарственным покрытием. Благодаря своей универсальности при закрытии ран и/или иммобилизации протезов шовные нити являются наиболее широко используемыми имплантатами в хирургии [61].

На основе биоразлагаемости швы обычно классифицируются как рассасывающиеся или нерассасывающиеся, в зависимости от того, рассасываются ли они после наложения на рану. Рассасывающиеся швы биodeградируют путем гидролиза или протеолитически вскоре после наложения на рану. Фармакопея США определяет рассасывающиеся швы как биоматериалы, которые «теряют большую часть своей прочности на разрыв в

течение 60 дней после имплантации *in vivo*» [57]. Нерассасывающиеся швы обеспечивают долгосрочную механическую поддержку ткани и могут быть удалены только внешними средствами [82]. нерассасывающиеся швы необходимо удалять после заживления раны. Однако удаление швов является клинически сложной задачей, особенно в труднодоступных анатомических областях или у детей. В таких случаях использование биodeградируемых швов является предпочтительным для безопасности пациента и успеха лечения [52].

Кетгут, который получают из кишок овец или коз и содержит более 99% чистого коллагена, был первым доступным естественным рассасывающимся шовным материалом и распадается посредством комбинированного действия протеолитического ферментативного распада и фагоцитоза в течение 7–10 дней. Исторически шовный материал из кетгута был коммерчески доступен в двух формах: простой кетгут, представленный в 1860 году, и обработанный кетгут, дубленый триоксидом хрома (хромовый кетгут), представленный в 1880 году, который имеет более сильные механические свойства, более медленную скорость распада и более низкую реактивность тканей по сравнению с простым кетгутом [56]. С другой стороны, полигликолевая кислота, представленная в начале 1970 года, была первым синтетическим рассасывающимся шовным материалом с более высокой прочностью на разрыв. Он рассасывается в течение 60–90 дней путем гидролиза в организме человека. Наиболее часто используемые натуральные нерассасывающиеся шовные материалы включают шелк, хлопок и лен. Шелк обладает уникальными превосходными свойствами обработки и завязывания узлов, но обладает высокой реакцией тканей и может использоваться для сердечно-сосудистых, офтальмологических и неврологических процедур [81]. Хотя шелк считается нерассасывающимся, он медленно разрушается протеолитическим путем и медленно рассасывается в течение 1–2 лет. Нейлон — это синтетический полиамидный нерассасывающийся шовный материал, у которого есть один существенный недостаток: он обладает большой памятью, которая называется присущей шовному материалу способностью

возвращаться к своей первоначальной форме или сохранять ее [48]. Другие синтетические нерассасывающиеся шовные материалы — это полипропиленовые шовные материалы, которые, как известно, сохраняют превосходную прочность на разрыв с низким коэффициентом трения, что обеспечивает меньшую травматизацию тканей при наложении швов и низкую реактивность тканей (Calhoun and Kitten, 1986). Полипропиленовые шовные материалы используются в пластической, сердечно-сосудистой, ортопедической и глазной хирургии [45, 113].

Дилемма использования шовного материала для закрытия операционной раны остается наиболее дискуссионной. Причина этого, достаточно очевидна, так как при возникновении осложнений со стороны послеоперационной раны, как инфекционного, так и неинфекционного характера, как правило возникает проблема шовного материала. А именно – их существенное влияние на развитие данных осложнений и это отнюдь не случайно. Всем известные свойства крученной нити как фитильный эффект (мультифиламенты), травмирование стенок канала при прокалывании тканей (крученые и плетеные нити с многоразовыми иглами), биологическая несовместимость (нити природного происхождения), а также нерассасывающийся шовный материал являются своего рода пусковым механизмом острого инфекционного процесса и, в последнем случае, основой для формирования хронических очагов инфекции в послеоперационной ране. Предупредить развитие гнойно-воспалительного процесса в ране при ушивании брюшины, подкожной клетчатки и кожи можно за счет устранения негативной роли шовного материала (применение афитильных комплексов или монофиламентных, атравматичных, рассасывающихся и антисептических материалов). Однако возможности профилактики инфекционного воспалительного процесса и, тем более, предупреждения формирования хронического очага гнойной инфекции при ушивании апоневроза представляет проблему. Основная причина заключается в выборе свойств шовного материала. Если с одной стороны в для решения данной проблемы при ушивании апоневроза необходимо

использование малокоштаминируемого монофиламентного и, что не менее важно, абсорбируемого шовного материала (нет нити – нет лигатурного абсцесса), то с другой стороны в основном все абсорбируемые нити мультифиламентны, или обладают короткими сроками абсорбции, которые недостаточны для удержания краев апоневроза в соединенном состоянии до восстановления необходимого уровня его прочности. Альтернативной для ушивания раны может служить полипропилен несмотря на то, что он не имеет многих недостатков лавсана, капрона, однако также подвержен микробной контаминации хоть и в меньшей степени и может быть причиной лигатурного абсцесса [28, 76, 77].

Подобно другим медицинским устройствам, которые имплантируются в организм, швы являются инородными телами на месте раны и действуют как очаг для прикрепления бактерий. Поэтому наличие швов значительно увеличивает восприимчивость раны к инфекциям, а впоследствии увеличивает риск заражения на месте операции [121]. Наличие швов на месте раны увеличивает риск заражения примерно в 10 000 раз [83]. В то время как количество бактерий, способных вызвать инфекцию в открытой ране, составляет около 10^5 колониобразующих единиц (КОЕ) на грамм ткани, то это число резко уменьшается до примерно 10^2 КОЕ/на грамм ткани, когда используется шовный материал для закрытия раны [62]. Кроме того, повышается антибиотикорезистентность бактерий, когда они колонизируются на поверхности шва. Инфекция на месте хирургической раны не только ставит под угрозу желаемый процесс заживления раны, но и может развиться в опасные для жизни состояния, особенно у пациентов в критическом состоянии. Подобно другим инфекциям, связанным с имплантированными медицинскими устройствами, образование биопленки является ключевым процессом патогенеза ИОХВ, связанных с наложением швов [41].

В отличие от других имплантируемых материалов (биологических, синтетических), вызывающих бактериальную адгезию, шовный материал не всегда был в центре внимания исследований, хотя поверхностные

характеристики этих нитей делают их более восприимчивым субстратом для адгезии патогенной микрофлоры или заражения. Когда микробная контаминация раны низкая ($2 \cdot 10^{10}$ колониеобразующих единиц (КОЕ)), инфекция может проявляться как поздний или хронический процесс, не поддающийся лечению традиционными терапевтическими схемами [84].

На поверхности шовного материала могут колонизировать бактерии, которые прикрепляясь образуют биоплёнки и тем самым создавая возможность для развития ИОХВ [5, 58]. Риски образования биоплёнки на поверхности шовного материала можно сравнить с таковой при использовании различных имплантатов, и хирурги часто используют определение «шовная нить как имплантат» [4, 31].

После наложения шва инертная поверхность быстро покрывается тканевыми белками, включая фибриноген, фибронектин или коллаген, которые выполняют функцию адгезивных структур для прикрепления микробов. После инфицирования использованного шовного материала локальные механизмы дезактивации раны, опосредованные популяциями гранулоцитарных клеток, становятся неэффективными. Эта ситуация еще больше усугубляется образованием биопленки, в которой бактерии, адгезированные к поверхности, инкапсулируются внутри самосекретируемой внеклеточной полимерной слизистой матрицы, состоящей из полисахаридов, белков и нуклеиновых кислот. В более чем 60% клинических инфекций бактерии защищают себя, укрываясь в такой биопленке. Внутри биопленки даже штаммы бактерий, чувствительные к антибиотикам, могут стать высокоустойчивыми к такому лечению [60].

Образование биопленки на хирургических швах представляет собой сложный процесс, который начинается с адгезии патогенов на шовном материале. Бактериальная адгезия в первые 4–6 часов после имплантации швов в хирургическую рану имеет решающее значение для образования биопленки и развития ИОХВ, связанных со швами [63, 121]. Более того, первоначальная бактериальная адгезия на инородном теле как часть

формирования биопленки считается наиболее важным фактором вирулентности *E. coli* и *S. aureus* [42, 96]. Поэтому предотвращение первоначальной бактериальной адгезии и/или инактивация легко прикрепляющихся бактерий вскоре после имплантации хирургического шва считается важнейшей попыткой предотвращения ИОХВ, связанных со швами.

Наиболее распространенным методом предупреждения ИОХВ является системное применение противомикробных химиопрепаратов, которое не лишено серьезных негативных моментов. Актуальной проблемой антибиотикопрофилактики является полиэтиологичность и полирезистентность, выделяемой из гнойно–воспалительных очагов микрофлоры, что вызывает определенные трудности в выборе антибактериальных препаратов с целью их профилактического и лечебного применения [1]. В этой связи появился интерес к созданию шовного материала для локального применения непосредственно в области хирургического вмешательства. Однако доказано, что в присутствии шовного материала количество микроорганизмов, достаточное для клинического проявления ИОХВ, критически снижается. Современная наука объясняет этот факт развитием биопленки. Чувствительность возбудителей, находящихся в биопленке в 100–1000 раз ниже по сравнению с чувствительностью микроорганизмов без биопленки [115].

Соответственно использование различных имплантатов, эндопротезов, полипропиленовых сеток и фиксирующих их изделий - шовного материала, спиц, дренажей за частую приводит развитию воспалительной реакции в окружающих тканях и как следствие это в 3-12% осложняется инфекционным процессом в ране [29, 80].

Не смотря на многочисленные рекомендации, применение системной антибактериальной терапии не приносит желаемого эффекта, что приводит к необходимости поиска методов локального воздействия на источник инфицирования [22, 74, 78].

Современная хирургия имеет в своем арсенале шовный материал с антибактериальным эффектом. К сожалению, широкого применения в практической хирургии антибактериальные шовные материалы до сих пор не имеют. Одной из причин данного обстоятельства является недостаточная эффективность некоторых из них. Например, такие антимикробные нити, как фторлон с фуразолидоном, летилян с 5-нитрофурил-акролеином, капроиод с повидон-йодом не нашли широкого применения. Наиболее часто из хирургического шовного материала с антибактериальным эффектом используют капромед, капрогент, которые содержат гентамицин. Известен экспериментальный шовный материал, содержащий доксициклин и германий-органические соединения. Наиболее изученным антибактериальным агентом, используемым при производстве шовного материала, является триклозан [8, 24].

Согласно обновленным рекомендациям, разработанным совместно с Обществом эпидемиологии здравоохранения Америки (SHEA), Американского общества инфекционных заболеваний (IDSA), Ассоциации специалистов по контролю инфекций и эпидемиологии (APIC), использование пропитанных антисептиком шовных материалов переклассифицировано из категории «Не рекомендуется» в категорию «Дополнительные подходы» [44].

§1.2. Возможности применения шовных материалов с антимикробным покрытием

В основном выделяют две основные антибактериальные стратегии применительно к шовным материалам и биоматериалам в целом. Первое это пассивные покрытия на основе катионных биополимеров, которые предотвращают адгезию бактерий на поверхность материала, и второе - активная стратегия, на материал химическим или физическим путем наносятся вещества, которые высвобождают активные соединения в ткани и тем самым оказывают бактерицидный эффект (серебро, антимикробные пептиды или антибиотики). Применение так называемых пассивных покрытий

предпочтительно с точки зрения биосовместимости, тогда как активные покрытия часто более эффективны. Однако проблемы токсичности и развитие резистентных штаммов микроорганизмов ставят под угрозу их применение [107].

В эксперименте проведен сравнительный анализ плетеной нити из полигликолевой кислоты (ПГК) 3-го метрического размера, а также модифицированного шовного материала имеющий антибактериальные свойства (ПГК + Левофлоксацин). По 40 животных в основной группе и группе сравнения проводили срединную тотальную лапаротомию, после чего накладывали одну лигатуру на матку, две - на печень, в области слепой кишки наносили продольный разрез длиной 5 мм, который ушивали в поперечном направлении узловыми швами; после узловыми швами ушивали мышцы и брюшину передней брюшной стенки и отдельно — кожу. В группе сравнения, где использовалась обычная нить из ПГК, летальность составила 3 крысы из 40 животных (7,5 %); при ПГК с левофлоксацином погибла 1 крыса из 40 (2,5 %). Анализ результатов выживших животных в положенные сроки при вскрытии брюшной полости выявило наличие абсцессов в месте имплантации лигатур у 8 (20 %) животных группы сравнения, где использовался шовный материал без антибиотика. У животных основной группы данных осложнений не наблюдалось. Использование предложенного антибактериального шовного материала на основе полигликолевой кислоты с иммобилизованным на его поверхности антибиотиком левофлоксацином уменьшает количество инфекционных осложнений у экспериментальных животных в послеоперационном периоде [10].

Князюк А.С. с соавт. провели сравнительную оценку антибактериальных свойств монофиламентных полипропиленовых нитей и полифиламентных нитей из ПГК, с антибиотик-содержащим покрытием. Предложенный биологически активный шовный материал на основе полипропилена и ПГК, модифицированный фторхинолон-содержащим покрытием, обладает выраженным и пролонгированным (до 18 суток)

антибактериальным эффектом в отношении *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, и имеет статистически ($p < 0,05$) значимую эффективность по сравнению с другими известными хирургическими нитями с антибактериальным покрытием [11].

В серии экспериментов на 45 белых крысах изучено влияние комбинаций различных антибактериальных препаратов на течение раневого процесса. Так в основной группе использован разработанный биологически активный шовный материал (ПН + ПХ + ЦФ + АГ), представляющий собой крученую поликапроамидную нить в оболочке из природного полимера хитозана, с включением антибиотика ципрофлоксацина и препарата из группы германийсодержащих органических соединений астрагерма. В группе сравнения использованы два вида нитей: ПН – поликапроамидная нить и шовный материал «Никант» – крученая поликапроамидная нить с сополимерным пленочным покрытием, нанесенным в две стадии: 1 стадия – 1 % сополиамид с 5 % антибиотиком доксициклином, 2 стадия – 2 % сополиамид с 5 % доксициклином в модифицирующем растворе. Результаты исследования показали, что применение шовного материала, содержащего астрагерм (в том числе и вместе с антибактериальным препаратом), приводит к усилению выселения в область повреждения клеточных элементов с одновременным повышением их функциональной активности. Этот свидетельствует о том, что шовный материал ускоряет процесс воспалительной реакции, однако проходит все характерные для неё стадии. Установленное авторами ускоренное течение воспалительного процесса, в результате использования нового шовного материала, позволяет рассчитывать на снижение числа раневых осложнений после операций, выполненных с использованием указанного материала в условиях клиники [21].

Исследования, проведенные Мосоловой А. В показали, что исходная противомикробная активность полигликолевой нити с 20% покрытием бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмонием статистически значимо превосходила в 1, 2 раза нить с 10% покрытием, а остаточная антимикробная

активность нити с 10% покрытием была на 1-е сутки в 1, 5 раза, на 2-е сутки в 2, 2 раза достоверно меньше ($p \leq 0,05$) в сравнении с опытной группой. Также в данном исследовании дана оценка характеристики нити с покрытием бензилдиметилмиристоиламино-пропиламмонием при ушивании кишечника, где несостоятельность шва отмечена у 48% животных группы сравнения после ушивания раны полигликолевой нитью без покрытия антисептиком, тогда как при использовании нити с покрытием 10% бензилдиметилмиристоиламино-пропиламмонием у 32, 3% возникла несостоятельность кишечного шва, а при ушивании нитью с 20% покрытием всего лишь у 18% экспериментальных животных отмечено данное осложнение, вследствие чего летальность наступила у животных в 79, 2%, 50% и 37, 5% случаях соответственно ($p \leq 0,05$) [19].

Целью данного исследования была разработка покрытия для хирургических нитей, состоящих из антибактериального вещества тотарол, природного дитерпеноида, выделенного из *Podocarpus totara*, в сочетании с поли(лактид-ко-гликолидной кислотой) (PLGA) в качестве биоразлагаемого субстрата. Таким образом, не рассасывающиеся монофиламентные и мультифиламентные нити покрывались растворами, содержащими различные количества и соотношения тотарол и PLGA, в результате чего на поверхности шовного материала образовывалось гладкое кристаллическое покрытие. Результаты показали, что шовные материалы с покрытием PLGA/тотарол подавляли рост *Staphylococcus aureus* в течение 15 дней. Анализ с 3-(4, 5-диметилтиазол-2-ил)-2, 5-дифенилтетразолия бромидом показал, что покрытые шовные материалы не оказывали цитотоксического воздействия для фибробласты экспериментальных животных [103].

В клинической практике в основном применяют шовный материал капромед и капроаг, содержащие диоксидин, хиноксидин или хлоргексидин [9].

Одной из дискуссионных тем остается ушивание тканей в условиях эндогенного обсеменения. В настоящее время предложенные различные

методы достижения данной цели: использование шовного материала с антисептическим покрытием, укрепление мест оперативного вмешательства биологическими мембранами, гелями, повышающими прочность наложения швов, и др [26]. Одним из таких шовных материалов являются нити, произведенные фирмами «Gunze» и «Ethicon», у которых в качестве антимикробного препарата используется антисептик триклозан. Однако исследования по использованию данного шовного материала проводились в асептических условиях, без наличия в операционной ране патогенных микроорганизмов, что не является достаточно достоверным для эффективности его применения, как антибактериального [13, 30]. Последующие исследования показали, что триклозан имеет негативные стороны и его длительное применение может вызывать проблемы с эндокринной регуляцией, отрицательно воздействует на иммунную систему, вызывает аллергию, может формировать высокую устойчивость к антибактериальным препаратам [16, 67].

Шовный материал обработанный триклозаном имеет ограничения в применении из-за невозможности контролировать его концентрацию в тканях и связанной с этим токсичности. В связи с этим Sreyan G et al. в своем исследовании покрыли шовный материал для придания ему антимикробных свойств молекулой на основе четвертичного бензофенона (QSM). Кроме того, дополнительно покрыли ибупрофеном, нестероидным противовоспалительным препаратом с анальгетическими свойствами. Импрегнированные данными веществами швы сохраняли свои физико-химические свойства после имплантации *in vivo*. Антимикробное покрытие продемонстрировало эффективность против широкого спектра патогенов, включая лекарственно-устойчивые бактерии и грибки. Оптимизированная формула сохранила свою биоразлагаемость *in vivo*. Кроме того, покрытые швы продемонстрировали снижение на $\sim 3 \log$ нагрузки метициллин-резистентного золотистого стафилококка (MRSA) в экспериментальной модели животных при подкожной имплантации. Откуда авторы делают заключение, что это

многофункциональное покрытие обеспечивает антимикробные свойства хирургических швов, сохраняя при этом их механическую целостность и биоразлагаемость [109].

Возникновение повышенной контаминации патогенными бактериями области хирургического вмешательства, является одной из причин развития несостоятельности швов, так как шовный материал не только провоцирует возникновению воспалительной реакции, но и увеличивает возможность проникновения микроорганизмов в стенку кишки [7]. В литературе часто данное явление называют «шовная болезнь». Данный факт приводит к возникновению гнойно-некротических осложнений, прорезыванию швов и формированию рубцовых сужений зоны анастомоза [6, 27].

Хирургический шовный материал из полимолочной кислоты (PLA) может рассасываться в организме. Чтобы избежать ИОХВ лекарственное средство обычно наносится на шовный материал из PLA, а затем оно может высвободиться непосредственно в рану. Поскольку различные типы ран заживают в разное время, необходимо контролировать скорость высвобождения лекарственного средства из шовного материала из PLA, чтобы она соответствовала времени заживления раны. В связи с чем авторы изучили скорость высвобождения ципрофлоксацин (CPFX) нанесенного на PLA. В качестве носителя препарата были выбраны два биополимера: полигликолид (PGA) и поликапролактон (PCL), а затем на шовный материал из PLA был нанесен слой CPFX-PCL/PGA. Скорость деградации носителя лекарственного средства контролировалась за счет регуляции пропорций PCL/PGA, что в свою очередь влияет на скорость высвобождения лекарственного средства CPFX из шовного материала из PLA. Эти материалы, такие как шовный материал PLA, носители PCL/PGA и лекарственный препарат CPFX, были смешаны физически, а не подвергались химической реакции. Скорость высвобождения препарата из всех шовных материалов была очень высокой на начальном этапе биодеградации (в течение 100 ч), а затем скорость высвобождения препарата из шовных материалов начала замедляться (после 100 ч). Механизм

высвобождения лекарственного препарата CPFХ-PCL/PGA представлял собой синергический эффект диффузии лекарственного препарата и растворения носителя PCL/PGA [88].

Согласно клиническим рекомендациям по профилактике ИОХВ (2018) шовный материал с антимикробным покрытием применяется с целью снижения риска возникновения ИОХВ независимо от типа хирургического вмешательства (Сила рекомендации II; уровень достоверности доказательств В) [2]. Не самая сильная рекомендация и уровень доказательности.

В другом экспериментальном исследовании на полиэтилентерефталат (ПЭТ) наносился биоактивный хитозан в концентрации 0, 5%, 1% и 2%. Для оценки антибактериальной активности данного шовного материала использовался метод диффузии в агар против трех колоний: *S. aureus*, грамположительная бактерия, *E. coli*, грамотрицательная бактерия, и *P. aeruginosa*, грамотрицательная бактерия. Лучшие результаты были получены в случае обработанных швов при концентрации хитозана 2% и времени пропитки 1 мин [40].

Yang Y. et al. так же исследований свойства хитозана. Гидроксипропилтриметиламмонийхлорид хитозан (НАСС) было нанесен на поверхность рассасывающегося шовного материала Vicryl. Два стандартных штамма бактерий, *Staphylococcus epidermidis* и метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus*, были выбраны для оценки бактериальной адгезии и образования биопленки на швах через 6, 24 и 48 часов *in vitro*. Кроме того, клетки фибробластов, полученные из кожи человека, использовались для проверки цитосовместимости. Также шовный материал с метициллин-резистентным *S. aureus*, был имплантирован подкожно крысам для подтверждения антибактериальной эффективности и биосовместимости *in vivo*. Контрольным шовным материалом служил полилактиновый шовный материал с триклозаном (Vicryl Plus). Бактериальная адгезия и образование биопленки на поверхности шовного материала с хитозаном оказались сопоставимыми с таковыми у шовного материала Vicryl Plus [121].

В настоящем исследовании была изучена эффективность нетермической атмосферной плазменной обработки для профилактики ИОХВ. Во-первых, загрязненные поли (гликолевая-кол-молочная кислота), полигликолевая кислота, полидиоксанон и поли (гликолевая кислота-ко-капролактон) шовные материалы были обработаны нетермической атмосферной плазмой для уничтожения контаминирующих бактерий, таких как *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Кроме того, шовные материалы были предварительно обработаны нетермической атмосферной плазмой, а затем подвергнуты воздействию *S. aureus* и *E. coli*. Результаты показали, что нетермическая обработка атмосферной плазмой эффективно уничтожает контаминирующие бактерии на швах, а нетермическая предварительная обработка атмосферной плазмой эффективно предотвращает бактериальную колонизацию на шовном материале, не изменяя механических свойств. Результаты показали, что нетермическая обработка атмосферной плазмой существенно увеличила гидрофильность швов, что может быть основным механизмом предотвращения бактериальной колонизации. На основании чего авторы заключили, что обработанные плазмой шовные материалы можно рассматривать как новые альтернативные материалы для контроля и профилактики инфекций в месте хирургического вмешательства [63].

Obermeier A. *et al.* разработали шовный материал с покрытием из хлоргексидина и октенидина который показал свою эффективность против множества видов бактерий в течение 48 часов после операции. Анализ показал, что антимикробные шовные материалы с содержанием препарата 11 мкг/см³ демонстрируют превосходные бактерицидные свойства против адгезированного на поверхности *S. aureus* по сравнению с коммерческим Vicryl® Plus, содержащим триклозан. В частности, покрытие из хлоргексидина-лаурата (CL11) показало высокую эффективность, о чем говорит минимальное количества адгезированных на поверхности материала микроорганизмов. Данное покрытие обеспечивает высокое высвобождение

препарата в первые, клинически наиболее значимые 48 часов после наложения шва и, кроме того, является высоко биосовместимым [95].

Паучий шелк известен своими уникальными биомеханическими свойствами, связанными с биосовместимостью. Технология рекомбинантной ДНК позволяет получить паучий шелк с антимикробными пептидами (AMP). Целью данного исследования было биологически совместить белки паучьего шелка с AMP (6mer-HNP1) в качестве антибактериального безмедикаментозного покрытия для коммерческих шелковых шовных материалов (Perma-Hand®) для снижения бактериальных инфекций. Тесты *in vitro* с использованием человеческих эмбриональных фибробластов (MRC5) показали, что покрытые швы поддерживают не обладают цитотоксичностью. Кроме того, покрытия значительно ингибировали адгезию и образование биопленки на шовном материале. Покрытые нити 6mer-HNP1, приводили к значительному (1, 5 log) снижению метициллин-резистентного золотистого стафилококка (MRSA) и 2 log снижению *Escherichia coli* (*E. coli*) по сравнению с непокрытым шовным материалом Perma-Hand®. При этом механические свойства шовных материалов Perma-Hand® не изменились. Таким образом, авторы считают, что использование покрытий из паучьего шелка без лекарственных средств позволяет улучшить антибактериальные свойства шовных материалов и является перспективным направлением в разработке нового класса безмедикаментозных шовных материалов для снижения постимплантационных инфекций [66].

В данном исследовании авторы разработали шелковые шовные материалы с антибактериальными и противовоспалительными функциями для доставки двух лекарственных средств с целью профилактики ИОХВ. Шелковые шовные материалы были изготовлены с использованием структур по типу «ядро-оболочка», сплетенных из шелковых нитей, а затем покрытых слоем фиброина шелка (SF), импрегнированного берберином (BB) и артемизинином (ART). Результаты показали быстрое высвобождение лекарственных средств для предотвращения начального образования

био пленки, и в последующем замедленное высвобождение для поддержания эффективных концентраций препаратов в течение более 42 дней. Оценка результатов *in vivo* у экспериментальных животных показало, что покрытие снижает экспрессию провоспалительных цитокинов интерлейкина-10 (IL-10) и фактора некроза опухоли- α (TNF- α), сокращая воспалительный период и способствуя ангиогенезу [118].

Использование наночастиц металлов становится все более актуальной областью исследований из-за отсутствия токсического воздействия на организм, а также результаты исследований, указывающих на отсутствие бактериальной резистентности. Установлено, что наночастицы некоторых металлов обладают антибактериальной активностью в основе механизма действия которых лежит нарушение функциональности мембраны посредством высвобождения ионов металла или/и повреждение мембраны посредством окислительного процесса за счет активных форм кислорода (АФК) [49, 51, 115].

Использование наночастиц металлов для профилактики ИОХВ представляется возможным из-за отсутствия иммуногенности [55].

Свойства некоторых наночастиц металлов — в первую очередь серебра — хорошо изучены и в литературе описано их антибактериальное действие против различных штаммов бактерий, однако мало что известно о бактерицидных свойствах наночастиц других металлов [49, 70, 115].

Кабешев Б.О. и соавт. изучили влияние на течение раневого процесса в эксперименте предложенного ими антибактериального хирургического шовного материала на основе полиамида, модифицированного наночастицами серебра, полученными методом металло-парового синтеза. В результате авторами было установлено, что импрегнированная наночастицами серебра нить имеет большую биоинертность и менее выраженную воспалительную реакцию по сравнению с необработанным наночастицами серебра шовным материалом. Тканевая реакция на имплантацию шовного материала, обработанного наночастицами серебра, отмечается более ранней

пролиферативной стадией воспаления и образованием хорошо кровоснабжаемой тонкой соединительнотканной капсулы, в сравнении нитей, не импрегнированных наночастицами серебра, что позволяет рассматривать это как предпосылку заживления раны первичным натяжением [8].

Действительно, исследования подтвердили, что наночастицы серебра (AgNP) обладают широким спектром антибактериального действия и показали влияние размера и формы AgNP на антибактериальную активность против *S. Aureus* [73, 100].

Хотя покрытый наночастицами серебра шовный материал зарекомендовал себя как материал с хорошо известной антибактериальной активностью [37, 54, 70]. Однако исследования некоторых авторов указывают на проблемы, связанные с их деградацией, присутствием в организме, которые могут иметь серьезные системные последствия после длительного их воздействия [50, 71, 117]. В связи с чем ведется поиск по применению наночастиц таких металлов как Mg, Zn, Fe [106, 108, 111, 125].

В данном исследовании оценены результаты разработанного нового метода покрытия наночастицами металлов шовного материала PDS-II на его бактерицидные свойства и цитотоксичность. Результаты показали, что предложенная методика обеспечивает однородное покрытие для шовных материалов PDS-II, сохраняя прочность, структурную целостность и рассасываемость. Покрытые наночастицами Fe_2O_3 продемонстрировал наибольший бактерицидный эффект в отношении грамположительных ($85, 20\% \pm 0, 99$) и грамотрицательных ($89, 45 \pm 1, 32$) бактерий (на 7-й день), за ним следуют Cu, CuO, ZnO, TiO и MgO. Антибактериальные свойства *in vitro* против *P. aeruginosa* и *S. aureus* у различных металлов варьировали от ~ 40% (для MgO NP) до ~ 90% (для Fe_2O_3) по сравнению с ~ 15% для непокрытого шовного материала PDS-II через 7 дней. Все шовные материалы покрытые наночастицами металлов продемонстрировали минимальную цитотоксичность (жизнеспособность клеток > 70%) [116].

В другом исследовании *in vivo* на мышах наилучшее заживление хирургических кожных ран показал шовный материал, активированный 45% раствором H_2O_2 в присутствии $FeSO_4$ в качестве катализатора при $60^\circ C$ в течение 2 ч, после чего импрегнированный аспирином. Показатели плазменных интерлейкинов и морфологические исследования доказали эффективность данных нитей. Авторы это объясняют более высокой степенью активности противовоспалительного вещества, адгезированного на поверхности шовного материала [102].

Группа исследователей оценила антибактериальные свойства полиэтилентерефталатных (ПЭТ) шовных материалов с использованием плазменной обработки с импрегнированием биоактивных агентов серебра (Ag) и его комбинации с алоэ вера (АВ). Плазменная обработка поверхности ПЭТ имеет карбоксильную группу, которая связывает биоактивный агент и делает его антимикробными по своей природе. Бактерицидный эффект шовных материалов ПЭТ, ПЭТ-Ag и ПЭТ-Ag-AB были исследованы на таких штаммах микроорганизмов как *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Исследование *in-vitro* показало, что впервые часы происходит ускоренное высвобождение Ag из шовного материала с последующим устойчивым его высвобождением в течение 72 ч. ПЭТ-Ag-AB обладает превосходными бактериостатическими и бактерицидными свойствами. Влияние на регенераторную активность ран *in-vivo* проводились в течение 7 дней на мышах-альбиносах. Морфологическое исследование показало быстрое заживление ран, обработанных шовным материалом PET-Ag-AB, без какой-либо воспалительной реакции на коже по сравнению с другими группами [35].

Для предотвращения ИОХВ предложен нового процесса производства полипропиленового (PP) хирургического шовного материала с антибактериальным эффектом с исследованием его механических и антибактериальных характеристик. Разработанные шовные материалы (наноккомпозит PPCMP/Ag) были получены путем адгезии наночастиц серебра (AgNP) в сочетании с биоактивными молекулами карбоксиметилпуллулана

(СМР). Результаты показали эффективность антибактериальных свойств против *Staphylococcus aureus*, а сами молекулы СМР усиливают антибактериальный эффект наночастиц серебра, нанесенных на поверхность хирургических швов [59].

§1.3. Фотодинамическая инактивация микроорганизмов

Устойчивость к противомикробным препаратам является глобальной проблемой общественного здравоохранения, которая способствует высокому риску инфекционных заболеваний и смертности и имеет значительные экономические последствия [69]. Повсеместное применение антибактериальных препаратов, неэффективные протоколы контроля внутрибольничных инфекций и отсутствие надлежащих методов деконтаминации и дезинфекции в последние десятилетия являются некоторыми из факторов, способствующих росту резистентных к противомикробным препаратам микроорганизмов [33]. Более того, сообщается, что устойчивость бактерий к антибиотикам ежегодно становится причиной примерно 700 000 летальных исходов. Если не будут реализованы профилактические и контрольные меры, то к 2050 году эта цифра может увеличиться до 10 миллионов смертей в год, что приведет к убытку в размере 100 триллионов долларов США для мировой экономики, что существенно повлияет на страны с уровнем дохода ниже среднего [53, 97]. Основными причинами тяжелых инфекционных заболеваний и смертности особенно с ослабленным иммунитетом пациентов являются виды *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* и *E. coli* [90].

Кроме того, обычные локальные методы лечения инфицированных ран, таких как ожоги, травмы, хирургические вмешательства являются дорогостоящими и, как правило, малоэффективными

Антимикробная фотодинамическая терапия (ФДТ) является потенциальным альтернативным методом лечения инфекционных заболеваний, вызванных патогенными бактериями, устойчивыми к антибиотикам. Помимо эффективности против широкого спектра микроорганизмов, ФТД также имеет ряд преимуществ, включая высокую селективность с быстрым действием по сравнению с обычными

антимикробными препаратами; резистентность маловероятна; она обладает эффективностью в устранении биопленки; и она относительно экономически эффективна [86, 93, 104]. В ФДТ нетоксичный фотосенсибилизатор в основном состоянии активируется определенным диапазоном светового облучения, которое передает энергию активным формам кислорода (АФК) и генерирует токсичный синглетный кислород (1O_2), который устраняет все лекарственно-устойчивые бактерии путем процесса окисления [79, 124]. Многие фотосенсибилизаторы, включая фенотиазины, куркумин, производные гематопорфирина, фталоцианин, ксантен и хлорины, были изучены в последние годы с целью повышения эффективности ФДТ [64].

Взаимодействие фотосенсибилизатора и оптического излучения в присутствии молекулярного кислорода приводит к деструкции патогенов за счет запуска процесса череды фотохимических реакций, с участием активных форм кислорода: таких как супероксид анионрадикала и гидроксильного радикалов (механизм типа I), синглетного кислорода (1O_2) (механизм типа II). На эффективность гибели микроорганизмов оказывает влияние ряд факторов, включающих в себя параметры оптического излучения, и тип фотосенсибилизатора. Применяемые в настоящее время фотосенсибилизаторы обладают рядом недостатков, главными из которых являются их низкая биодоступность, сложность синтеза и дороговизна [3, 18].

Особенно один из наиболее доступных, изученных фотосенсибилизаторов это метиленовый синий (МС), катионное производное фенотиазина, легкодоступное сегодня, имеет значительное поглощение красного света при длине волны от 600 до 700 нм, который может проникать в ткань от 0,5 до 1,5 см и может вызывать гибель клеток, некроз или апоптоз в тканях. Было проведено несколько клинических экспериментов на моделях *in vitro* и инфицированных животных, которые продемонстрировали эффективность МС против широкого спектра микроорганизмов [84, 114].

В данном исследовании дана оценка эффективности противомикробной ФДТ с использованием метиленового синего в различных концентрациях

против *P. aeruginosa*. Также изолированно использовано лазерное облучение и метиленовый синий в темноте, которые не показали значительной разницы по сравнению с контрольной группой, в то время как лечение ФДТ на основе метиленового синего показало максимальное снижение $3,48 \log_{10}$ и $4,32 \log_{10}$ при 90 Дж/см^2 и 108 Дж/см^2 соответственно. Таким образом, ФДТ на основе МС *in vitro* доказала, что она может быть наилучшей альтернативой для устранения грамотрицательных патогенных бактерий [123].

Влияние МС в изолированной форме на эталонные штаммы микроорганизмов *Staphylococcus aureus* (SAU), *Staphylococcus epidermidis* (SEP) (ATCC 14990), *Staphylococcus hominis* (SHO), *Escherichia coli* (ECO), *Klebsiella pneumoniae* (KPN), *Acinetobacter baumannii* (ABA), *Streptococcus pyogenes* (SPY) и *Candida albicans* (CAL) показало, что при воздействии МС 0, 1% и 0, 05% концентрации наблюдалось очень быстрое и значительное снижение штаммов SHO и ABA в течение 24 ч по сравнению с контрольным физиологическим раствором ($P < 0,05$), в то время как SAU, SEP, ECO, KPN, SPY и CAL были менее восприимчивы при воздействии данными концентрациями через 24 ч, при этом значительного снижения количества микроорганизмов на чашках не наблюдалось ($P > 0,05$) [87].

Хотя Briggs et al. обнаружили, что при низкой концентрации 0, 1 мМ МС оказывает бактерицидный эффект на стафилококки [43]. А уже при концентрации 0, 05% МС абсолютно не оказывает противомикробного действия [99].

Результаты своих исследований по улучшению антибактериальных свойств МС представили Belevkov E et.al. Нанночастицы серебра были объединены с МС и использованы для уничтожения грамотрицательных бактерий, *Escherichia coli*, и грамположительных бактерий, *Staphylococcus aureus*. Было установлено, что смесь МС и наночастиц серебра обладает более высокой антимикробной активностью и, таким образом, более эффективна в уничтожении как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий по сравнению с изолированным воздействием МС и наночастиц серебра [38].

В этом исследовании были включены 5 пациентов с инфицированными ранами, все они были пролечены методом ФДТ, где фотосенсибилизатором служила МС с облучением раны (635 нм, 120 Дж/см², 100 мВт/см²). Частота и курс лечения определялись степенью инфицированности раны. В результате в среднем после 4 сеансов ФДТ инфицированные раны у всех пациентов зажили. Лечение также показало отличный косметический эффект. Согласно данным, сроки наблюдения за пациентами составили от 3 до 12 месяцев, рецидивов и побочных эффектов не было. Это подтверждает, что МС-ФДТ оказывает выраженный лечебный эффект на инфицированные раны и является безопасной, дешевой и активной терапией в лечении ран [120].

Сама МС является идеальным фотосенсибилизатором которая обладает такими свойствами как сильным поглощением на длинных волнах, превосходной фотостабильностью, более низкой темновой токсичностью и высоким квантовым выходом синглетного кислорода (¹ O₂). Благодаря этим свойствам МС используется для профилактики бактериальных инфекций при лечении инфекции кожи, стоматологии и показал многообещающие результаты в регрессии злокачественных опухолей и бактериальных инфекций *in vivo*. При световом облучении в диапазоне длины волны 630–680 нм МС способна генерировать обильный синглетный кислород, ¹ O₂, активные формы кислорода (АФК) за счет чего достигается антибактериальный эффект [14, 15, 34, 38, 47].

Синглетный кислород (O₂) — это одна из форм кислорода, которая обладает особыми свойствами из-за своего электронного строения. Он отличается от более распространенного триплетного кислорода (также обозначается как ³O₂) тем, что у него два неспаренных электрона в разных орбиталях, находящихся на одном уровне энергии

Однако период существования синглетного кислорода очень короткий — менее секунды. Это объясняется тем, что два неспаренных электрона находятся в состоянии высокой энергии. Следовательно, они очень быстро взаимодействуют с окружающими молекулами.

В связи с этим исследовательская группа представила молекулярную «батарею синглетного кислорода», которую можно «заряжать» активным кислородом, который затем высвобождается в глубоких слоях тканей для воздействия на метициллин-устойчивый стафилококк. Сначала происходит преобразование кислорода в реактивный синглетный кислород посредством облучения в присутствии молекулы, которая захватывает свет (фотосенсибилизатор). «Батарея» «заряжается» синглетным кислородом. Эта «батарея» состоит из специального азотсодержащего шестичленного кольца атомов углерода (пиридон), которое прочно связывает синглетный кислород. Пептид, связанный с кольцом, специфически «распознает» бактерии MRSA, поэтому молекулярные батареи накапливаются вокруг и в бактериях и непрерывно выделяют свой синглетный кислород. Таким образом, бактерии одновременно подвергаются атаке во многих разных местах, включая их мембрану, ДНК, ферменты и другие белки. Это делает развитие резистентности практически невозможным [122].

Хотя синглетный кислород в последнее время находит все больше применения в медицинской практике, однако он имеет и побочные эффекты. При контакте с тканями синглетный кислород может вызывать сильный окислительный стресс, повреждение клеток и белков, а также участвовать в разрушении ДНК. Может быть причиной ожогов при его вдыхании или взаимодействии с другими веществами. Синглетный кислород имеет высокую реакционную способность за счет чего вступает во взаимодействие с биологическими молекулами: ДНК, РНК, липидами и белками, что может повлечь за собой разрушение биологических структур и вызвать повреждение клеток. Токсичность синглетного кислорода так же обусловлена его способностью образовывать реактивные формы кислорода, такие как перекись водорода (H_2O_2) и свободные радикалы кислорода, которые могут нанести вред клеткам и вызвать мутации в ДНК [65, 112].

В 2023 году в Институте общей физики им. А. М. Прохорова Российской академии наук с Национальным исследовательским ядерным университетом

«МИФИ» проведена оценка эффективности генерации синглетного кислорода и фотодинамической активности *in vitro*. В исследуемом диапазоне концентраций МС эффективность генерации синглетного кислорода достаточно низкая, так как положительно заряженный МС связывается с негативно заряженными мембранами клеток, что приводит к изменению типа фотодинамической реакции. Однако обнаружено возникновение других активных форм кислорода (АФК), отличных от синглетного кислорода. Генерация АФК и невысокий квантовый выход генерации синглетного кислорода свидетельствуют о склонности МС к механизму фотосенсибилизации I типа (перенос электрона с образованием полувосстановленных и полуокисленных радикалов MV^+), а не к механизму II типа (перенос энергии к кислороду с образованием синглетного кислорода) в биологических средах и *in vivo* [23].

Многие исследования демонстрируют важную роль АФК в заживлении ран. С одной стороны, в небольших концентрациях АФК обладает бактерицидным действием и снижает риск возникновения ИОХВ, способствует васкуляризации, активируя множественные клеточные механизмы. С другой стороны, избыточное количество АФК препятствует заживлению ран, создавая окислительный стресс и, как следствие, вызывая воспаление [46, 72, 110].

Основным преимуществом противомикробной ФДТ перед антибиотиками является то, что к фотосенсибилизаторам у бактерий не развивается резистентность, поэтому многократные применения ФДТ не приводят к возникновению резистентных штаммов [36, 75]. Данное преимущество можно объяснить несколькими причинами. В первую очередь, основными мишенями ФДТ являются внешние структуры микроорганизмов, такие как клеточная стенка, клеточная мембрана или капсид и оболочка вируса. В связи с этим фотосенсибилизатору нет необходимости проникать внутрь микроорганизма. Фотосенсибилизатору достаточно специфической и адекватной адгезии к внешним структурам для разрушения при активации

светом. Следовательно, патогенные микроорганизмы не могут развить резистентность за счет прекращения поглощения или увеличения метаболической детоксикации или оттока лекарственного средства [101]. Вторая причина, фотосенсибилизатор в терапевтической дозе не проявляет выраженной токсичности, и микроорганизмам не приходится вырабатывать адаптивные механизмы выживания. В-третьих, клетки микроорганизмов слишком повреждены в результате воздействия ФДТ, что не позволяет им обеспечить адаптивность между поколениями. Кроме того, в отличие от антибиотиков ФДТ не действует таргетно какой-то конкретный участок микроорганизма или внутриклеточный процесс. АФК, генерируемые ФДТ, нацелены на различные структуры бактериальных клеток и различные метаболические пути, а интервал между введением ФС и ФДТ слишком короток, чтобы у бактерий даже теоретически успела развиться резистентность [32, 75].

Несмотря на все свои преимущества, как и любой другой вид терапии ФДТ также имеет недостатки. Терапевтическому эффекту подвергаются только те области, куда может проникать свет. Это означает, что ее можно использовать только для локального лечения. Обычно свет, используемый при ФДТ, не может проходить более чем на 1/3 дюйма ткани, или 1 см. Хотя в настоящее время предлагается много подходов для преодоления этих недостатков, таких как использование волоконной оптики для большего проникновения света в глубь тканей и применение новых фотосенсибилизаторов, которые вызывают меньшую фоточувствительность у пациентов. Однако применение ФДТ в клинике следует проводить с осторожностью.

ГЛАВА II. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И ПРИМЕНЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

§2.1. Клиническая характеристика оперированных больных

В рамках проспективного исследования проведен анализ особенностей применения различных шовных материалов при ушивании операционных ран в абдоминальной хирургии и оценка результатов внедрения новой методики усиления локальных антисептических, противовоспалительных и регенеративных свойств. Исследование направлено на снижение потенциального риска развития раневых осложнений, связанных с примененным шовным материалом при ушивании мышечно-апоневротического слоя и кожи, и внедренным способом локального воздействия на операционную рану. Исследование проведено в двух направлениях – экспериментально-морфологическое и клиническое. Первая часть включала оценку особенностей реакции тканей на имплантированный шовный материал, задачей которого стала оптимизация выбора варианта ушивания операционной раны. Актуальность этого анализа обусловлена тем, что в настоящий период в хирургии продолжают применяться различные варианты шовного материала, качество которых напрямую влияет на процессы заживления ран. При этом во многих странах центрально-азиатского региона по-прежнему широко используют нити с более низким критерием в отношении качества. Однако, преимуществом их применения является экономическая составляющая (капрон, шелк, кетгут). Особенно часто этот шовный материал применяется в условиях ургентной хирургии. Именно с целью оптимизировать выбор варианта шовного материала для снижения риска развития раневых осложнений была проведена первая часть экспериментально-морфологических исследований. Далее на основе результатов этого анализа задачей исследования послужила разработка четких рекомендаций для применения шовного материала при ушивании операционных ран, которые учитывают и вид используемых нитей, и степень

чистоты операции (чистые, условно-чистые, загрязненные и грязные операции). При этом в качестве дополнительных мер по профилактике развития раневых осложнений в исследовании применен способ обработки ран во время ушивания и в ранний послеоперационный период, основанный на применении фотодинамического эффекта за счет воздействия на рану метиленовой сини и излучения фотонных матриц в красном и инфракрасном спектрах. Результаты этого анализа составили клиническую часть исследования, в котором сформировано две группы, для проспективного анализа по типу «случай-контроль». Всего в исследование включен 481 пациент, которым в 1-м хирургическом отделении клиники АГМИ и в отделении хирургии Андижанского областного многопрофильного медицинского центра за 2020-2023 гг. выполнены различные абдоминальные вмешательства в условиях экстренной и плановой хирургии. В основную группу включено 235 пациентов, у которых операционные раны ушивались с учетом верифицированных особенностей реакции тканей на шовный материал, а также был применен предложенный метод локального усиления регенеративных свойств. Контрольная группа включала 246 пациентов, у которых раны ушивались по традиционным подходам в указанных клиниках.

С учетом основного направления для исследования критериями включения пациентов послужили следующие:

Информированное согласие на включение в исследование:

Возраст старше 18 лет;

Выполнение любого оперативного вмешательства на органах брюшной полости, где после основного этапа имелась необходимость в послойном ушивании раны;

Отсутствие интраабдоминальных осложнений, специфически связанных с характером перенесенной операции;

Отсутствие системных послеоперационных осложнений, которые могли бы повлиять на заживление ран.

Соответственно, критериями исключения послужили:

Возраст пациента младше 18 лет;

Развитие после операции осложнений со стороны органов брюшной полости;

Развитие системных послеоперационных осложнений, влияющих как общий статус пациента, так и на течение заживления ран.

По классификации ВОЗ наибольшее число больных было в возрастной группе 40-49 лет. Мужчин в контрольной группе (КГ) было 103 (41,9%), женщин - 143 (58,1%), в ОГ – 99 (42,1%) и 136 (57,9%) соответственно (табл. 2.1). Средний возраст составил $44,2 \pm 2,6$ лет.

Таблица 2.1

Распределение пациентов по полу и возрасту

| Возраст | М. | % | Ж. | % | М. | % | Ж. | % | Число | % |
|---------|--------------------|-------|-----|-------|-----------------|-------|-----|-------|-------|--------|
| | контрольная группа | | | | основная группа | | | | | |
| ≤ 30 | 4 | 1,6% | 11 | 4,5% | 4 | 1,7% | 9 | 3,8% | 28 | 5,8% |
| 30-39 | 29 | 11,8% | 36 | 14,6% | 23 | 9,8% | 32 | 13,6% | 120 | 24,9% |
| 40-49 | 53 | 21,5% | 62 | 25,2% | 55 | 23,4% | 74 | 31,5% | 244 | 50,7% |
| 50-59 | 14 | 5,7% | 24 | 9,8% | 13 | 5,5% | 16 | 6,8% | 67 | 13,9% |
| 60 ≤ | 3 | 1,2% | 10 | 4,1% | 4 | 1,7% | 5 | 2,1% | 22 | 4,6% |
| Итого | 103 | 41,9% | 143 | 58,1% | 99 | 42,1% | 136 | 57,9% | 481 | 100,0% |

Все пациенты были оперированы, при этом в плановом порядке различные вмешательства были выполнены у 204 (42,4%) больных, экстренные у 277 (57,6%), показатели по группам были сопоставимыми (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Распределение хирургических вмешательств по годам

| Годы | КГ | | ОГ | | Всего (n=481) | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|---------------|-------|-----|-------|
| | П | Э | П | Э | П | % | Э | % |
| 2020 год | 20 | 22 | 14 | 16 | 34 | 7,1% | 38 | 7,9% |
| 2021 год | 22 | 32 | 24 | 26 | 46 | 9,6% | 58 | 12,1% |
| 2022 год | 31 | 49 | 33 | 50 | 64 | 13,3% | 99 | 20,6% |
| 2023 год | 29 | 41 | 31 | 41 | 60 | 12,5% | 82 | 17,0% |
| Общий | 102 | 144 | 102 | 133 | 204 | 42,4% | 277 | 57,6% |

Обе группы представлены пациентами с одноклассной экстренной и плановой абдоминальной патологией (табл. 2.3). В КГ 18 (7,3%) больных были оперированы с острым аппендицитом, в ОГ – 20 (8,5%). По поводу острого холецистита традиционно оперировано 39 (15,9%) и 31 (13,2%) пациентов соответственно. У 26 (10,6%) и 27 (11,5%) пациентов была перфоративная язва желудка или ДПК. Варианты герниопластики без использования сетчатого протеза имели место у 28 (11,4%) и 32 (13,6%). В 51 (20,7%) и 53 (22,6%) случаях пациенты были оперированы по поводу кишечной непроходимости. Операции при остром панкреатите выполнены у 16 (6,5%) и 14 (6,0%) пациентов. Резекция желудка в связи с декомпенсированным пилостенозом произведена у 16 (6,5%) и 14 (6,0%) больных, эхинококкэктомия из печени и (или) других органов брюшной полости - 36 (14,6%) и 32 (13,6%) пациента. Среди других операций были вмешательства по поводу внутрибрюшных кровотечений, апоплексии яичника и т.д. (табл. 2.3).

Таблица 2.3

**Распределение больных в основной и контрольной группах
по нозологическим формам**

| Виды операций | КГ | | ОГ | |
|---|-----|--------|-----|--------|
| | Абс | % | Абс | % |
| Аппендэктомия | 18 | 7,3% | 20 | 8,5% |
| Холецистэктомия | 39 | 15,9% | 31 | 13,2% |
| Перфоративная язва желудка или ДПК | 26 | 10,6% | 27 | 11,5% |
| Герниопластика | 28 | 11,4% | 32 | 13,6% |
| Кишечная непроходимость | 51 | 20,7% | 53 | 22,6% |
| Операции при остром панкреатите | 16 | 6,5% | 14 | 6,0% |
| Резекция желудка | 16 | 6,5% | 14 | 6,0% |
| Эхинококкэктомия из печени и других органов | 36 | 14,6% | 32 | 13,6% |
| Другие | 16 | 6,5% | 12 | 5,1% |
| Всего | 246 | 100,0% | 235 | 100,0% |

Для более качественного анализа в исследовании заживление послеоперационных ран изучено с учетом степени чистоты хирургического вмешательства. Все операции по рекомендованным критериям по степени чистоты разделили на 4 категории:

- Чистые хирургические вмешательства - плановые операции без вскрытия просвета полого органа;
- Условно-чистые хирургические вмешательства – интраоперационно имело место вскрытие просвета полого органа;
- Загрязненные хирургические вмешательства - при неминуемом попадании содержимого полых органов в рану;
- Грязные, или первично - инфицированные (перитонит, абсцессы, флегмоны, гнойный свищ и т.д.).

Чистые операции имели место у 67 (27,2%) пациентов в КГ и у 54 (23,0%) в ОГ, условно чистые были у 88 (35,8%) и 83 (35,3%) пациентов соответственно, загрязненные у 54 (22,0%) и 59 (25,1%), и грязные в 37 (15,0%) и 39 (16,6%) случаях (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Распределение выполненных вмешательств по степени чистоты операции

| Степень чистоты | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|-----------------|------------|--------|------------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Чистые | 67 | 27,2% | 54 | 23,0% |
| Условно чистые | 88 | 35,8% | 83 | 35,3% |
| Загрязненные | 54 | 22,0% | 59 | 25,1% |
| Грязные | 37 | 15,0% | 39 | 16,6% |
| Всего | 246 | 100,0% | 235 | 100,0% |

В исследование проведено изучение заживления ран при использовании наиболее часто применяемого в нашей стране шовного материала: капрон, шелк, полипропилен, плетеный полиэстер. Примененный шовный материал

при ушивании мышечно-апоневротического слоя при чистых и условно чистых операциях: капрон, шелк в 112 (45,5%) случаях в КГ и у 88 (37,4%) пациентов в ОГ; Полипропилен - 39 (15,9%) и 38 (16,2%) случаев; Плетеный полиэстер - 4 (1,6%) и 11 (4,7%). При загрязненных и грязных операциях: капрон, шелк - 60 (24,4%) в КГ; Полипропилен - 22 (8,9%) в КГ и 84 (35,7%) в ОГ; Плетеный полиэстер - 9 (3,7%) и 14 (6,0%) (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Примененный шовный материал при ушивании мышечно-апоневротического слоя

| Степень чистоты | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|-------------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Чистые и условно чистые | | | | |
| Капрон, шелк | 112 | 45,5% | 88 | 37,4% |
| Полипропилен | 39 | 15,9% | 38 | 16,2% |
| Плетеный полиэстер | 4 | 1,6% | 11 | 4,7% |
| Загрязненные и грязные | | | | |
| Капрон, шелк | 60 | 24,4% | 0 | 0,0% |
| Полипропилен | 22 | 8,9% | 84 | 35,7% |
| Плетеный полиэстер | 9 | 3,7% | 14 | 6,0% |
| Всего | 246 | 100,0% | 235 | 100,0% |

Примененный шовный материал при ушивании кожи при чистых и условно чистых операциях: капрон, шелк в 134 (54,5%) случаях в КГ и у 60 (25,5%) пациентов в ОГ; Полипропилен - 21 (8,5%) и 77 (32,8%) случаев. При загрязненных и грязных операциях: капрон, шелк - 65 (26,4%) в КГ; Полипропилен - 26 (10,6%) в КГ и 98 (41,7%) в ОГ (табл. 2.6).

В послеоперационном периоде все пациенты получали необходимый комплекс обезболивающей, антибактериальной, инфузионной терапии. По показаниям проводилось лечение сопутствующих, заболеваний. В динамике

наблюдали за общим состоянием больных, особое внимание уделяли исследованию операционной раны (ежедневные перевязки с визуальным и пальпаторным контролем).

Таблица 2.6

Примененный шовный материал при ушивании кожи

| Степень чистоты | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|--------------------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Чистые и условно чистые | | | | |
| Капрон, шелк | 134 | 54,5% | 60 | 25,5% |
| Полипропилен | 21 | 8,5% | 77 | 32,8% |
| Загрязненные и грязные | | | | |
| Капрон, шелк | 65 | 26,4% | 0 | 0,0% |
| Полипропилен | 26 | 10,6% | 98 | 41,7% |
| Всего | 246 | 100,0% | 235 | 100,0% |

Исходя из общего количества изученных случаев, следует сказать, что лапароскопические операции, которые были включены в исследование – 35 в КГ и 31 в ОГ, отбирались только в случае необходимости ушивания апоневроза (2-4 шва).

В отделении пациентам были рекомендованы антибиотики с целью антибиотикопрофилактики (согласно Общенациональным рекомендациям) и антибактериальной терапии (согласно Инструкции по фармакотерапии).

Наши наблюдения показали, что среди 481 (100%) пациента, включенного в исследование, 106 (22%) пациентов отказались от назначенных антибиотиков. Это объяснили следующим образом: у 22 (20,7%) из 106 пациентов была низкая чувствительность к антибиотикам, у 64 (60,4%) в анамнезе была аллергия (у 5 (7,8%) были высыпания, у 12 (18,7%) - у 31 (48,4%) головная боль, у 6 (9,4%) была одышка, у 10 (15,6%) и др.) и 20 (18,9%) ранее не принимали антибиотики. Тест х² Пирсона - 45,37;

дф=6; P=0,0015. При этом антибиотики подбирались пациентам в индивидуальном подходе. В отдельном случае при местном перитоните (срочная лапаротомия) из раны брали биопсию и по результатам бактериологического исследования определяли ее чувствительность к антибиотикам.

§2.2. Экспериментальные и морфологические исследования

Данная часть исследований проведена за период 2019-2021 гг в экспериментальной лаборатории АГМИ.

Экспериментальная модель. Эксперимент проводился на крысах-самцах 2-3-месячного возраста с массой 200-220 граммов. Животных не кормили за один день до эксперимента, обеспечивая при этом доступ к воде. В день эксперимента крысам вводили легкий ингаляционный наркоз (изофлуран) и фиксировали брюшной стенкой вниз в операционное поле.

Создание раны. Под общей анестезией парами изофлурана производится разрез кожи с подкожной клетчаткой по средней линии от мечевидного отростка до лонного сочленения (возможно проведение ограниченного разреза длиной до 3 см по средней линии). Далее под оптическим увеличением $\times 2$ производится изолированное рассечение апоневроза белой линии живота на расстоянии до 4 см от мечевидного отростка до лонного сочленения. Мышечные и кожные лоскуты ушивали с использованием различных типов хирургических нитей. В первой группе рану обрабатывали 70% раствором этилового спирта, во второй группе - метиловым синим (водный раствор 1%).

Светодиодная терапия. Облучение раны проводилось с использованием фотонной матрицы Коробова «Барва-Флекс/КИК» в течение 3 дней по 3 минуты в день. Применяли максимальное приближение на поврежденную поверхность кожи.

Группы и образцы хирургических нитей. Изучены зашитые раны в последовательности биологических слоев, созданных в эксперименте, и

хирургические нити, широко используемые сегодня в хирургической практике, разделенные на следующие группы и образцы:

Апоневроз:

- Пролен (№2)
- Шелк (№4-5)
- Капрон (№4-5)

Подкожная клетчатка:

- Викрил (№3)
- Кетгут (№4-5)
- Шелк (№4-5)

Кожа:

- Пролен (№3-4)
- Шелк (№4-5)
- Капрон (№3)

Каждую группу нитей сравнивали между собой, оценивая такие параметры, как прочность шва, реакция ткани и риск инфицирования. Также проводилась оценка эффекта использования метилового синего в качестве фототерапии, чтобы определить его влияние на заживление ран и состояние тканей.

Морфологическое исследование. Морфологическое исследование включало визуальную и гистологическую оценку операционных ран. Раны оценивали на 1, 3, 5, 7 и 10 сутки после операции. Внимание уделялось степени воспаления, наличию или отсутствию инфильтрации, образованию грануляционной ткани и эпителизации.

§2.3. Методы обследования пациентов, участвующих в исследовании

Больным, включенным в исследование, до и после операции проводили общее обследование, в том числе расширенный общий анализ крови, биохимические анализы (определяемые с помощью биохимического анализатора «Бс-120 Химический анализатор») (АЛТ, АСТ, билирубин,

мочевина, креатинин, общий белок) МНО, СОЭ, ПТИ, делалась коагулограмма. Вышеуказанные сведения были зафиксированы в медицинской карте, фотографии заархивированы.

УЗИ брюшной полости – самый простой и дешевый метод диагностики, позволяющий выявить возможные заболевания и аномалии развития органов даже на ранней стадии. В нашем исследовании УЗИ области послеоперационной раны проводилось всем пациентам для верификации возможных осложнений.

Измерение локальной кожной температуры. В 120 случаях в КГ и у 129 пациентов в ОГ после выполнено определение кожной температуры в области раны. Исследование проводили в течение первых 5 дней после операции во время перевязок (термометр прижимался к области раны вблизи от кожных швов. Чувствительный элемент термометра регистрирует температуру кинетической энергии, вырабатываемой в результате реакции с инфракрасными лучами, исходящими от каждого объекта или поверхности. Это отобразит его в виде числа на дисплее. В нашем исследовании мы использовали бесконтактный инфракрасный термометр Сенситек NF3101. После использования термометр не стерилизуется, поскольку он не контактирует с источником температуры. Например, можно применять к нескольким органам и тканям или нескольким пациентам одновременно.

Особенности термометра:

- Определяет температуру от 32⁰С до 42,5⁰С;
- диапазон температуры поверхности: от 0⁰С до 60⁰С;
- температура воздуха для простого измерения: от 10⁰С до 40⁰С;
- влажность воздуха: до 85%;
- расстояние измерения: 5-15 см;
- скорость измерения: 0,5 сек.

Данные представлены в двух шкалах: Цельсия и Фаренгейта. Его память рассчитана на 32 измерения, а отключается он автоматически через 7 секунд. Его вес всего 172 гр.

Термометр безопасен и не оказывает вредного воздействия на здоровье и окружающую среду. Чувствительный элемент следует протереть 70% медицинским спиртом. Попадание различных веществ на датчик вызывает ошибки в данных (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Инфракрасный термометр

Термометрия используется во всех медицинских практиках, то есть до и после операции, полученные результаты помогут изменить технические аспекты хирургического вмешательства. Дальнейший анализ, оценка жизнеспособности органов и тканей, выбор тактических аспектов лечения создает возможность. Подробно наше исследование будет рассмотрено в следующих главах.

Определение степени интенсивности боли. Одним из критериев оценки течения раннего послеоперационного периода послужил анализ выраженности локальной боли. Развитие местных осложнений несомненно влияет на этот фактор. Для оценки интенсивности боли использован обычный тест на основе применения визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). Несмотря на субъективность этот тест хорошо подходит для оценки интенсивности боли в динамике. Пациенты на рисунке с прямой горизонтальной линией длиной 10

см отмечали точку от 1 до 10, которая соответствовала тяжести болевого синдрома на момент исследования. По шкале 0 означал, что боли нет, 10 – максимальная интенсивность боли (невыносимая боль). Исследование проводилось на 1, 2, 4 и 6 сутки после операции.

Бактериологическое исследование отделяемого из раны. В случаях выявления раневой инфекции или развития локального осложнения типа серомы, гематомы, инфильтрата в ране, пациентам выполнялся посев из раны с определением вида возбудителя и чувствительности к антибактериальным препаратам. Исследования проводили в баклаборатории с соблюдением установленных требований.

Критерии оценки результатов исследования. Все 481 пациент были прослежены в ближайший и отдаленный периоды. Ранние и отдаленные исходы включали период от даты осмотра больных до наложения швов, а также факторы, которые прямо и косвенно влияли на зрительные и местные изменения у больных основной группы и группы сравнения. Отдаленные результаты изучались в сроки от 6 мес до 1,5 лет после операции.

Оценка типа заживления ран проводилась по следующим критериям³:

- Первичное натяжение - происходит без нагноения и образования видимой межуточной ткани с последующим развитием линейного рубца. Протекает в ранах с ровными жизнеспособными краями, отстающими друг от друга не более чем на 1 см, при отсутствии раневой инфекции.

- Задержанное первичное – это заживление без нагноения при отсроченном закрытии раны швами.

- Заживление вторичным натяжением - происходит через нагноение с образованием видимой соединительной ткани и последующим развитием грубого рубца. Имеет место при развитии раневой инфекции и наличии обширных дефектов тканей, не допускающих первичного сопоставления

³ Зезарахова М.Д. Раны: классификация, диагностика, лечение. Учебно-методическое пособие. – Майкоп: Изд-во МГТУ, 2014, – 40 с.

стенок раны.

Отдаленные результаты были разделены на хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные по 3 критериям.

- Хороший результат – заживление ран путем первичного натяжения, отсутствие в отдаленном периоде любых осложнений, включая косметические, отсутствие клинических жалоб со стороны послеоперационного рубца;

- Удовлетворительный результат – заживление ран путем отсроченного или вторичного натяжения, отсутствие в отдаленном периоде локальных инфекционных или хирургических осложнений, наличие косметического дефекта сформированного рубца, за исключением случаев с келоидными рубцами, наличие каких-либо клинических жалоб со стороны рубца;

- Неудовлетворительный результат – все случаи формирования лигатурных свищей, послеоперационной вентральной грыжи, а также выраженный косметический дефект в виде келоидного рубца.

§ 2.4. Статистический анализ числовых показателей

Для обеспечения достоверности полученных данных использовались модули, основанные на критериях оценки распределения статистических параметров и показателей.

Для всех значений предполагается нормальное стандартное распределение, и это называется правилом 3 сигм. По сути, находят и суммируют относительные различия частот для каждой группы. Как общее правило для обобщения результатов исследования рекомендуется устанавливать отклонения равными 0. По этой причине каждое из отклонений следует рассчитывать отдельно, не суммируя результаты, как показано в уравнении сложения квадратов Пирсона.

$$\chi_n^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Это уравнение называется статистикой критерия χ^2 -квadrat Пирсона. Ожидаемый результат каждой статистики — приблизить отклонения к 0 по мере изменения частот, в результате чего значение будет небольшим. Различия между частотами статистически значимы. Различия между выбранной гипотетической классификацией материалов исследования определяются путем оценки параметрическим и непараметрическим статистическим методом Пирсона – критерием χ^2 . По Бону различия показаны на уровне 5% или $r < 0,05$, но этот показатель имеет вероятность недостоверности 0,05. Уровень значимости $r < 0,01$, когда различия составляют даже 1% при любом значении, но даже тогда вероятность неопределенности составляет 0,01.

Для оформления и учета статистических материалов **MS Excel U.8169.82173 TMSP4** использовался пакет прикладного программного обеспечения (компания Microsoft).

ГЛАВА III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИЖИВЛЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ШОВНОГО МАТЕРИАЛА

Задачей для данной главы является описание методов и результатов морфологического исследования кожно-мышечно-апоневротических линейных ран, созданных на экспериментальной модели крыс, с применением различных типов хирургических нитей и светодиодной терапии. Исследование направлено на оценку эффективности различных хирургических нитей и воздействия светодиодных матриц «Барва-Флекс/КИК» на процессы заживления ран.

Эксперимент проводился на крысах-самцах 2-3-месячного возраста с массой 200-220 граммов. Мышечные и кожные лоскуты ушивали с использованием различных типов хирургических нитей. В первой группе рану обрабатывали 70% раствором этилового спирта, во второй группе - метиловым синим (водный раствор 1%). Все группы разделены подгруппы с учетом ушитого слоя: апоневроз, подкожная клетчатка, кожа. Светодиодная терапия раны проводилась во второй группе путем применения фотонной матрицы Коробова «Барва-Флекс/КИК» интраоперационно - 660 нм в течение 2 минут (1 см над раной бесконтактно с помещением аппарата в стерильный пакет), и затем в течение 3 дней по 3 минуты в день. Применяли максимальное приближение на поврежденную поверхность кожи.

§3.1. Результаты экспериментально-морфологических исследований

Группа 1 - рана обрабатывалась 70% раствором этилового спирта: Апоневроз (подгруппа 1.1)

1. Пролен. Морфологические изменения: В первые сутки после операции наблюдалось умеренное воспаление, характеризующееся инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологические исследования показали выраженную миграцию нейтрофилов в зону повреждения, что

указывает на активную фазу воспалительного ответа. К третьим суткам началось формирование грануляционной ткани с выраженной капиллярной сетью, что свидетельствует о начале ангиогенеза и активной пролиферации фибробластов. На пятые сутки продолжалось формирование грануляционной ткани, с увеличением числа миофибробластов, что способствовало сокращению раны. К седьмым суткам грануляционная ткань достигала зрелости. К десятому дню отмечалось завершение формирования рубцовой ткани с признаками ремоделирования и уплотнения коллагеновых волокон (рис. 3.1).

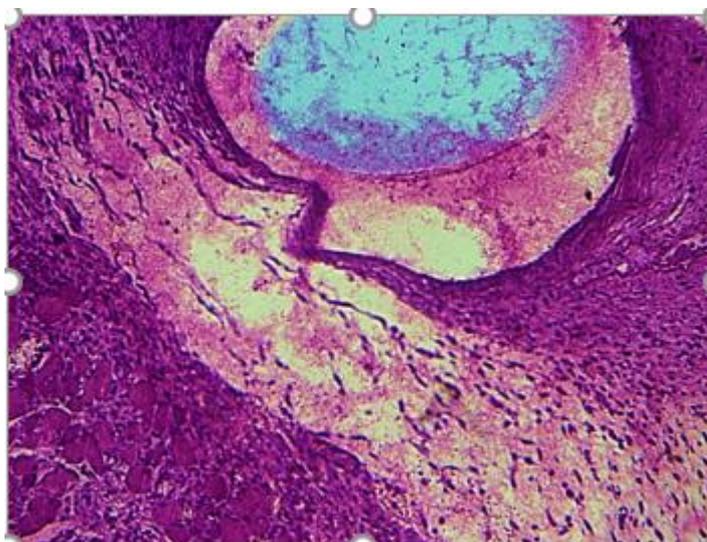


Рис. 3.1. Морфологические изменения при использовании Пролена. Зона апоневроза. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х3

2. Шелк. Морфологические изменения: Значительное воспаление с выраженной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами наблюдалось в первые сутки после операции. Гистологический анализ показал обширные участки некроза в зоне шва, что свидетельствует о сильной воспалительной реакции. Формирование грануляционной ткани замедлено, началось лишь к пятым суткам, что указывает на задержку в ангиогенезе и фиброплазии. К седьмым суткам грануляционная ткань была менее зрелой по сравнению с проленом и капроном, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата (рис. 3.2).

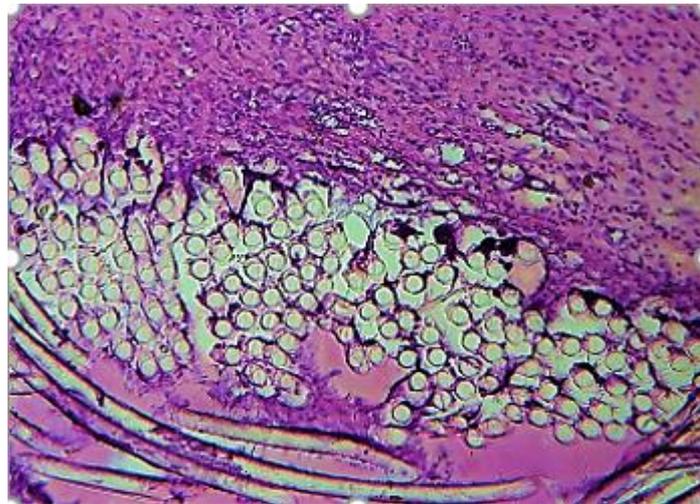


Рис. 3.2. Морфологические изменения при использовании Шелка. Зона апоневроза. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x3

3. Капрон. Морфологические изменения: Похожие на изменения при использовании Пролена, Капрон вызвал умеренное воспаление с инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. На гистологических срезах наблюдалась активная фаза воспаления в первые сутки с последующим снижением воспалительного ответа к третьему дню. Грануляционная ткань формировалась с третьего по пятый день, достигая зрелости к седьмым суткам, с четкой организацией капиллярных петель и фибробластических элементов. Эпителизация завершалась к десятому дню, с формированием зрелой рубцовой ткани, характеризующейся плотной коллагеновой матрицей (рис. 3.3).

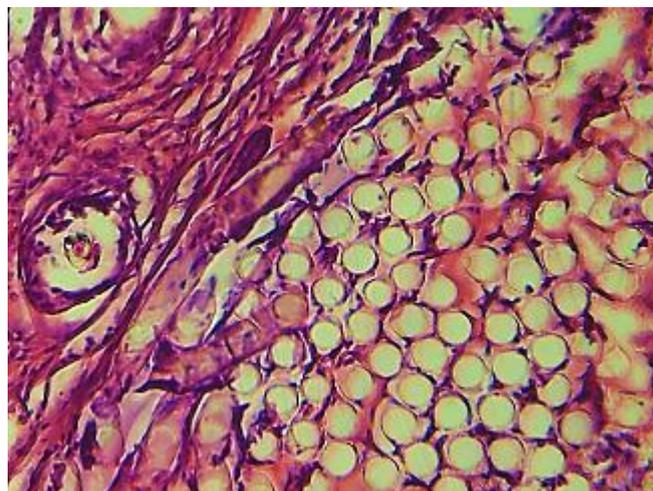


Рис. 3.3. Морфологические изменения при использовании Капрона. Зона апоневроза. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x4

Группа 2. - рана обрабатывалась метиловым синим

Апоневроз: подгруппа 2.1.

1. Пролен. Морфологические изменения: В первые сутки после операции наблюдалось умеренное воспаление, характеризующееся инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ выявил снижение воспалительного ответа по сравнению с этиловым спиртом, что указывает на противовоспалительное действие метиленового синего. К третьим суткам началось формирование грануляционной ткани с выраженной капиллярной сетью и плотным фибробластическим компонентом. На пятые сутки грануляционная ткань продолжала развиваться, с увеличением миофибробластов. К седьмым суткам грануляционная ткань достигла зрелости, отмечалась завершённая и формирование рубцовой ткани. К десятому дню отмечалась завершённая всех этих признаков (рис. 3.4).

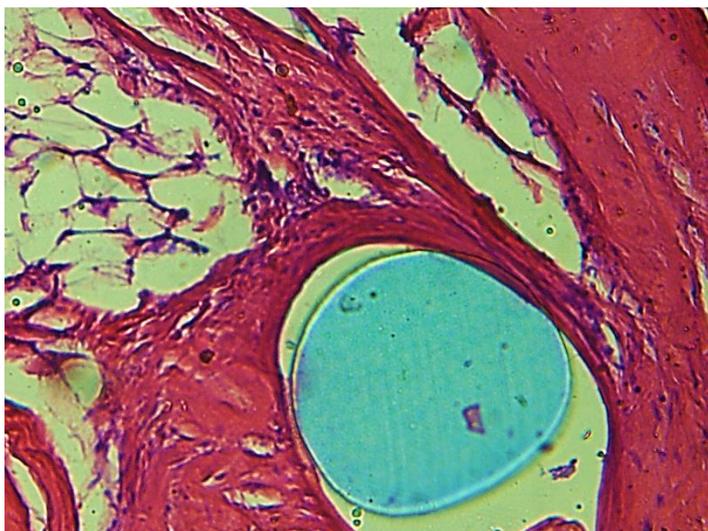


Рис. 3.4. Морфологические изменения при использовании Пролена. Зона апоневроза. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x4

2. Шелк. Морфологические изменения: Значительное воспаление с выраженной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами наблюдалось в первые сутки после операции. Гистологический анализ показал обширные участки некроза и замедленное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о сильной воспалительной реакции и замедленном

заживлении. К пятому дню грануляционная ткань оставалась менее зрелой, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата. Все эти признаки задерживалась до десятого дня, подтвержденная наличием участков неполной регенерации раны (рис. 3.5).

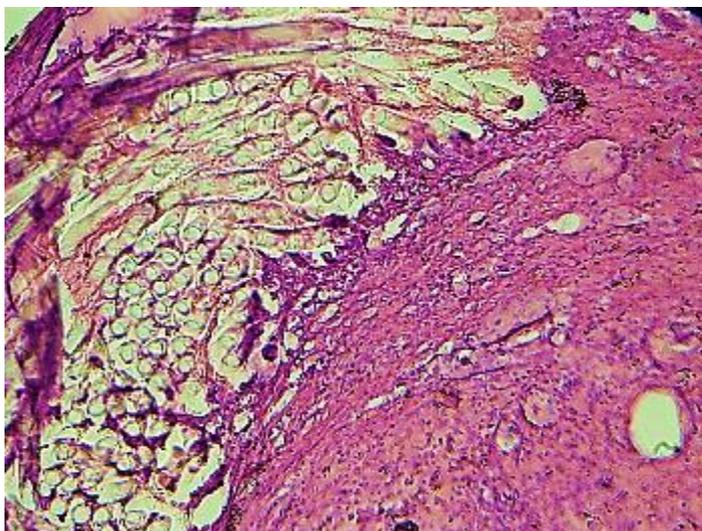


Рис. 3.5. Морфологические изменения при использовании Шелка. Зона апоневроза. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x4

3. Капрон. Морфологические изменения: Похожие на изменения при использовании Пролена, Капрон вызвал умеренное воспаление с инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами.

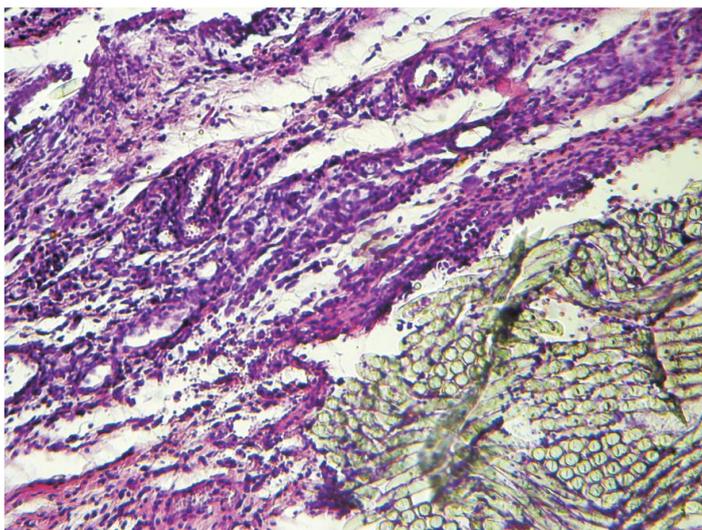


Рис. 3.6. Морфологические изменения при использовании Капрона. Зона апоневроза. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x2

Гистологический анализ показал активную фазу воспаления в первые сутки с последующим снижением воспалительного ответа к третьему дню. Грануляционная ткань формировалась с третьего по пятый день, достигая зрелости к седьмым суткам, с четкой организацией капиллярных петель и фибробластических элементов. Эпителизация завершалась к десятому дню, с формированием зрелой рубцовой ткани, характеризующейся плотной коллагеновой матрицей (рис. 3.6).

Подкожная клетчатка

Группа 1, подгруппа 1.2.

1. Викрил. Морфологические изменения: Минимальное воспаление в первые сутки, характеризующееся незначительной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ показал выраженное формирование грануляционной ткани к третьим суткам, с активной миграцией фибробластов и ангиогенезом. К пятому дню наблюдалась зрелость грануляционной ткани с плотной коллагеновой сетью и активным сокращением раны. Формирование грануляционной ткани завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню (рис. 3.7) .



Рис. 3.7. Морфологические изменения при использовании Викрила. Зона апоневроза и подкожного клетчатка. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x2

2. Кетгут. Морфологические изменения: наблюдалось умеренное воспаление с инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ показал наличие воспалительного инфильтрата в первые сутки с последующим снижением воспаления к третьему дню. Формирование грануляционной ткани началось к третьим суткам, с выраженным ангиогенезом и миграцией фибробластов. К пятому дню грануляционная ткань достигала зрелости, с активным сокращением раны. К десятому дню завершалась и формировалась зрелая рубцовая ткань (рис. 3.8).

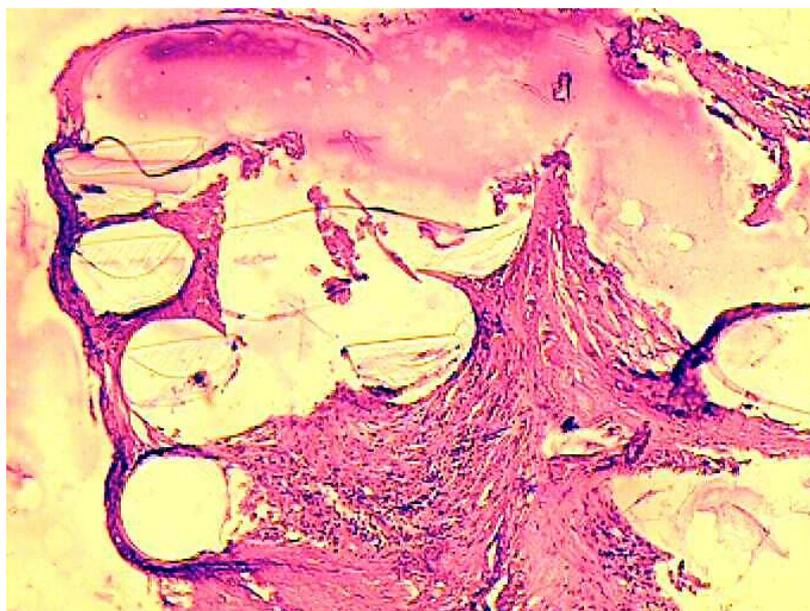


Рис. 3.8. Морфологические изменения при использовании Кетгута. Зона апоневроза и подкожного клетчатка. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х3.

3. Шелк. Морфологические изменения: Значительное воспаление с выраженной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами наблюдалось в первые сутки после операции. Гистологический анализ показал обширные участки некроза и замедленное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о сильной воспалительной реакции и замедленном заживлении. К пятому дню грануляционная ткань оставалась менее зрелой, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата (рис. 3.9).

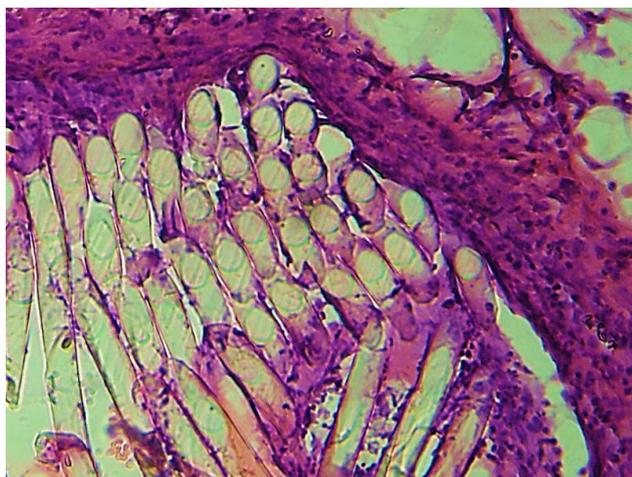


Рис. 3.9. Морфологические изменения при использовании Шелка. Зона апоневроза и подкожного клетчатка. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х2.

Группа 2, подгруппа 2.2.

1. Викрил. Морфологические изменения: Минимальное воспаление в первые сутки, характеризующееся незначительной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ показал выраженное формирование грануляционной ткани к третьим суткам, с активной миграцией фибробластов и ангиогенезом. К пятому дню наблюдалась зрелость грануляционной ткани с плотной коллагеновой сетью и активным сокращением раны. формирование грануляционной ткани завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню (рис. 3.10).

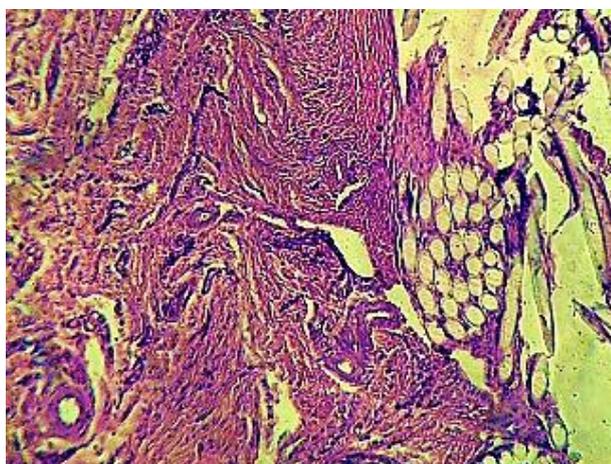


Рис. 3.10. Морфологические изменения при использовании Викрила. Зона апоневроза и подкожного клетчатка. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х2.

2. Кетгут. Морфологические изменения: наблюдалось умеренное воспаление с инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ показал наличие воспалительного инфильтрата в первые сутки с последующим снижением воспаления к третьему дню. Формирование грануляционной ткани началось к третьим суткам, с выраженным ангиогенезом и миграцией фибробластов. К пятому дню грануляционная ткань достигала зрелости, с активным сокращением раны. К десятому дню завершалась и формировалась зрелая рубцовая ткань (рис. 3.11).

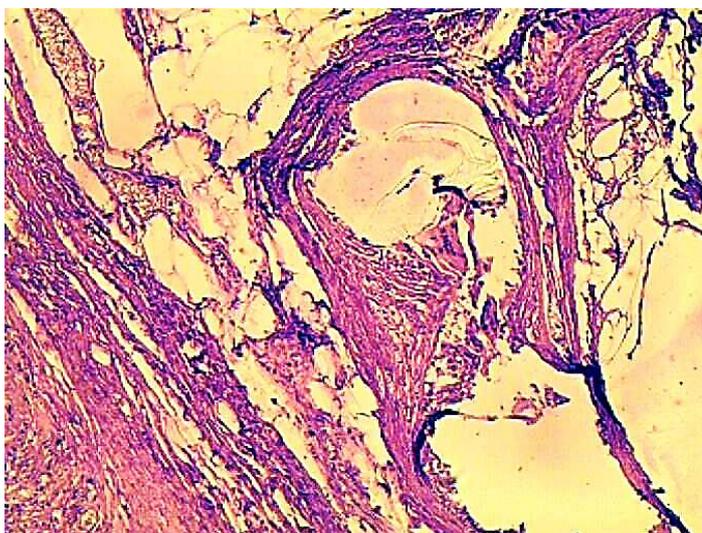


Рис. 3.11. Морфологические изменения при использовании Кетгута. Зона апоневроза и подкожного клетчатки. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x2.

3. Шелк. Морфологические изменения: Значительное воспаление с выраженной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами наблюдалось в первые сутки после операции. Гистологический анализ показал обширные участки некроза и замедленное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о сильной воспалительной реакции и замедленном заживлении. К пятому дню грануляционная ткань оставалась менее зрелой, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата. Шелк вызвал значительное воспаление и более медленное заживление что этот процесс задерживалась до десятого дня (рис. 3.12).

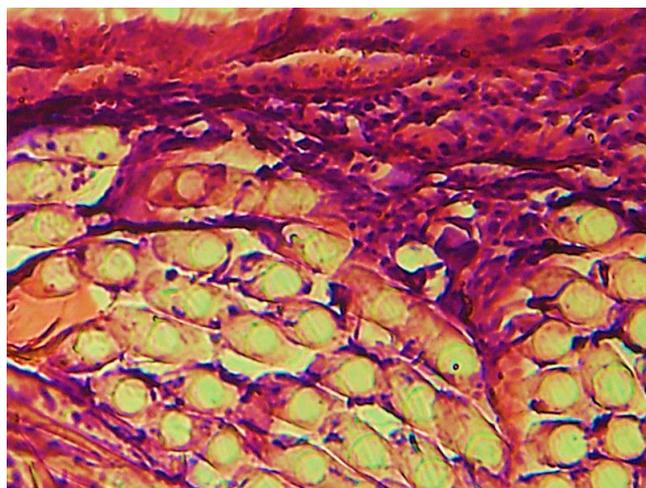


Рис. 3.12. Морфологические изменения при использовании Шелка. Зона апоневроза и подкожного клетчатки. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x4.

Кожа

Группа 1, подгруппа 1.3.

1. Пролен. Морфологические изменения: Умеренное воспаление с инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ показал выраженное формирование грануляционной ткани к третьим суткам, с активной миграцией фибробластов и ангиогенезом. К пятому дню наблюдалась зрелость грануляционной ткани с плотной коллагеновой сетью и активным сокращением раны. Эпителизация завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню (рис. 3.13).

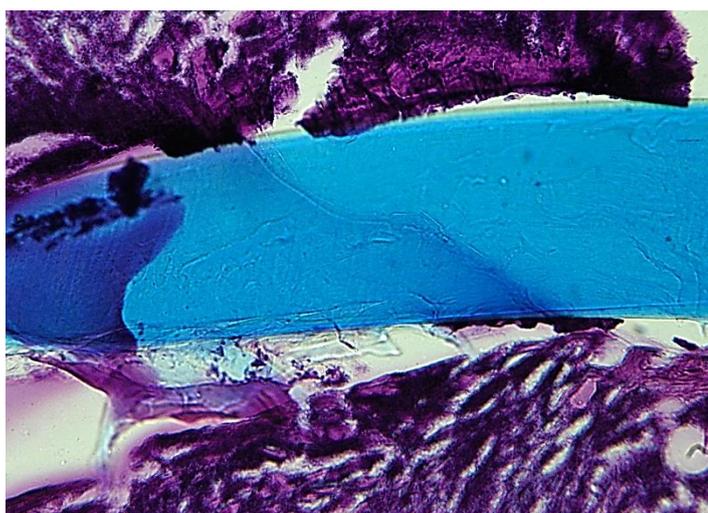


Рис. 3.13. Морфологические изменения при использовании Пролена. Края поражений кожи. 5 сутки. СМ. Г-Э.10x4.

2. Капрон. Морфологические изменения: Минимальное воспаление, быстрое начало формирования грануляционной ткани. К пятому дню грануляционная ткань достигала зрелости, с плотной коллагеновой сетью и активным сокращением раны. Эпителизация завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню (рис. 3.14).

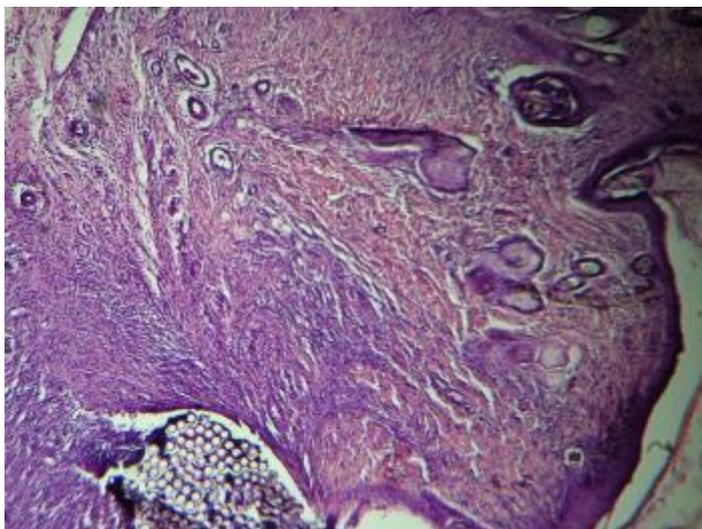


Рис. 3.14. Морфологические изменения при использовании Капрона. Область экспериментальных повреждений кожи. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х2.

3. Шелк. Морфологические изменения: Значительное воспаление с выраженной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами наблюдалось в первые сутки после операции.



Рис. 3.15. Морфологические изменения при использовании Шелка. Область экспериментальных повреждений кожи. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х2.

Гистологический анализ показал обширные участки некроза и замедленное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о сильной воспалительной реакции и замедленном заживлении. К пятому дню грануляционная ткань оставалась менее зрелой, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата. Эпителизация задерживалась до десятого дня, подтвержденная наличием участков неполной регенерации эпидермиса (рис. 3.15).

Группа 2, подгруппа 2.3.

1. Пролен. Морфологические изменения: Умеренное воспаление с инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. Гистологический анализ показал выраженное формирование грануляционной ткани к третьим суткам, с активной миграцией фибробластов и ангиогенезом. К пятому дню наблюдалась зрелость грануляционной ткани с плотной коллагеновой сетью и активным сокращением раны. Эпителизация завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню (рис. 3.16).

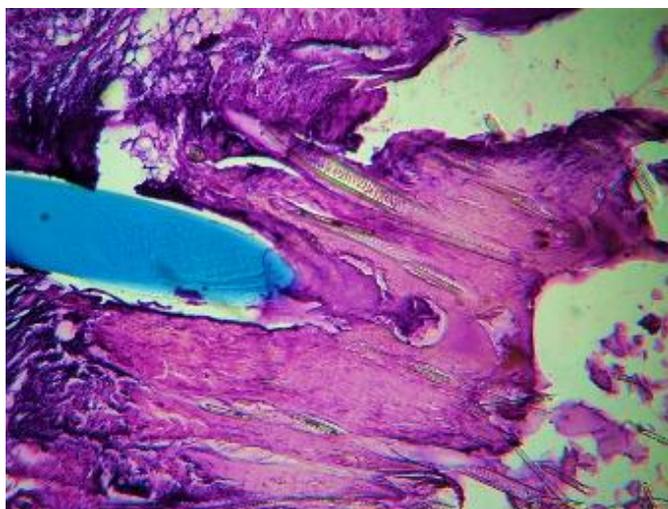


Рис. 3.16. Морфологические изменения при использовании Пролена. Область экспериментальных повреждений кожи. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х3.

2. Капрон. Морфологические изменения: Минимальное воспаление, быстрое начало формирования грануляционной ткани. К пятому дню грануляционная ткань достигала зрелости, с плотной коллагеновой сетью и активным сокращением раны. Эпителизация завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню (рис. 3.17).

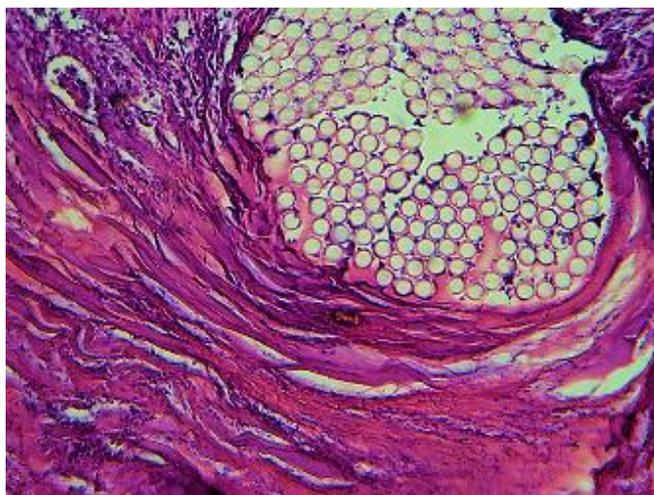


Рис. 3.17. Морфологические изменения при использовании Капрона. Область экспериментальных повреждений кожи. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х2.

3. Шелк. Морфологические изменения: Значительное воспаление с выраженной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами наблюдалось в первые сутки после операции. Гистологический анализ показал обширные участки некроза и замедленное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о сильной воспалительной реакции и замедленном заживлении. К пятому дню грануляционная ткань оставалась менее зрелой, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата. Эпителизация задерживалась до десятого дня, подтвержденная наличием участков неполной регенерации эпидермиса (рис. 3.18).

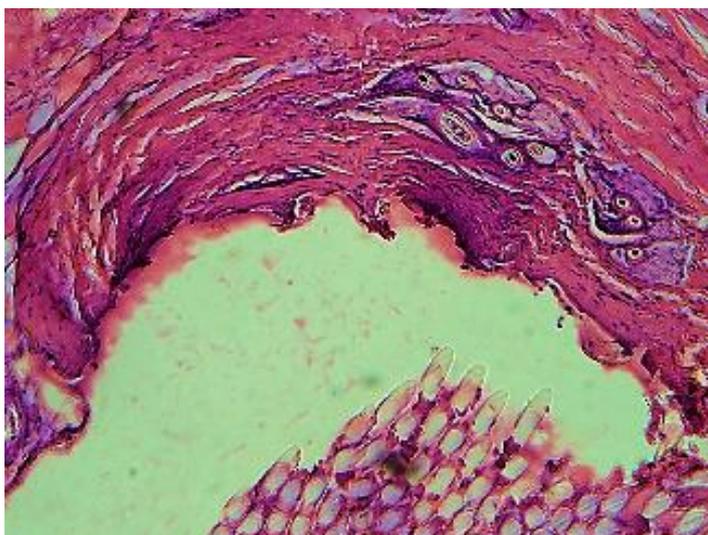


Рис. 3.18. Морфологические изменения при использовании Шелка. Область экспериментальных повреждений кожи. 5 сутки. СМ. Г-Э.10х2.

Проведенные исследования позволили выявить следующие различия:

Апоневроз. Использование метиленового синего в сочетании с фототерапией показало лучшие результаты по сравнению с этиловым спиртом. Пролен и капрон, обработанные метиловым синим, показали лучшие результаты, чем шелк, обработанный этиловым спиртом. В частности, уменьшилось воспаление и ускорилось заживление грануляционной ткани.

Подкожная клетчатка. Использование метиленового синего в сочетании с фототерапией показало лучшие результаты. Викрил продемонстрировал минимальные воспалительные реакции и быстрое заживление. Кетгут, обработанный этиловым спиртом, показал стабильное заживление, но с умеренными воспалительными реакциями.

Кожа. Использование метиленового синего в сочетании с фототерапией показало лучшие результаты в подгруппе 2.3. Пролен и капрон продемонстрировали лучшие результаты по сравнению с шелком, обработанным этиловым спиртом. В результате уменьшилось воспаление и ускорилось заживление кожи.

Светодиодная терапия в сочетании с метиловым синим. Светодиодная терапия с использованием матрицы «Барва-Флекс/КИК», включающей красное (660 нм) и инфракрасное (940 нм) излучение, в сочетании с метиловым синим представляет собой мощный метод лечения, направленный на ускорение заживления ран и улучшение общего состояния тканей.

§3.2. Некоторые особенности применения метиленового синего и фототерапии

Метиленовый синий (МС) - это химическое соединение с выраженными антисептическими, антиоксидантными и противовоспалительными свойствами. При активации светом определенной длины волны, МС действует как фотосенсибилизатор, который генерирует реактивные формы кислорода

(ROS). Эти ROS обладают сильным антимикробным и регенеративным действием.

Действие красного излучения (660 нм):

- **Поглощение метиленового синего:** Красное излучение активно поглощается метиловым синим, что приводит к активации фотосенсибилизатора и образованию реактивных форм кислорода.
- **Усиление антимикробного эффекта:** Реактивные формы кислорода повреждают клеточные мембраны микроорганизмов, приводя к их гибели. Это существенно снижает риск инфицирования раны и способствует стерильности операционного поля.
- **Стимуляция клеточного метаболизма:** Красное излучение повышает активность митохондрий, стимулируя синтез АТФ и улучшая энергетический метаболизм клеток, что ускоряет регенерацию.
- **Противовоспалительное действие:** Красное излучение уменьшает синтез провоспалительных цитокинов и медиаторов воспаления, что снижает воспалительные реакции и уменьшает отек в зоне раны.

Действие инфракрасного излучения (940 нм):

- **Глубокое проникновение:** Инфракрасное излучение проникает в ткани на большую глубину, достигая подлежащих мышц и соединительных тканей, что позволяет воздействовать на более глубокие воспалительные процессы.
- **Улучшение микроциркуляции:** Инфракрасное излучение расширяет кровеносные сосуды, улучшая кровоток и доставку кислорода и питательных веществ к поврежденным тканям. Это способствует более эффективному удалению метаболитов и ускоряет процессы регенерации.
- **Стимуляция иммунной системы:** Инфракрасное излучение активирует фагоцитарную активность макрофагов и других клеток иммунной системы, что улучшает очистку раны от патогенов и клеточного мусора.

- **Обезболивающее действие:** Инфракрасное излучение оказывает обезболивающий эффект, снижая болевые ощущения за счет воздействия на нервные окончания и уменьшения воспаления.

Синергетическое действие красного и инфракрасного излучения с метиленовым синим

Использование красного и инфракрасного излучения в сочетании с метиленовым синим обеспечивает комплексное воздействие на раневую поверхность и подлежащие ткани, приводя к следующим эффектам:

- **Усиление антимикробного эффекта:** Метиловый синий, активируемый красным и инфракрасным излучением, генерирует реактивные формы кислорода, которые эффективно уничтожают патогенные микроорганизмы.

- **Ускорение регенерации:** Комбинация красного и инфракрасного излучения стимулирует клеточный метаболизм, ангиогенез и пролиферацию клеток, что ускоряет процессы заживления и формирование грануляционной ткани.

- **Снижение воспаления:** Обе длины волны способствуют уменьшению воспалительных реакций, снижая синтез провоспалительных цитокинов и медиаторов воспаления, что уменьшает отек и улучшает общее состояние раны.

- **Общее улучшение микроциркуляции:** Инфракрасное излучение улучшает кровоток в глубинных слоях ткани, обеспечивая лучшее снабжение кислородом и питательными веществами, что ускоряет процессы заживления и восстановления тканей.

Применение в клинической практике

Светодиодная терапия с использованием матрицы «Барва-Флекс/КИК» в сочетании с метиленовым синим показала высокую эффективность в лечении различных типов ран, включая хирургические, травматические и хронические. Этот метод позволяет:

- **Сократить время заживления ран:** благодаря ускоренной регенерации тканей и уменьшению воспаления.
- **Снизить риск инфицирования:** за счет мощного антимикробного действия метиленового синего.
- **Уменьшить болевые ощущения:** благодаря обезболивающему эффекту инфракрасного излучения.
- **Улучшить качество рубцовой ткани:** за счет оптимизированного формирования грануляционной ткани и эпителизации.

Эти свойства делают светодиодную терапию в сочетании с метиловым синим ценным инструментом в арсенале клинической медицины для эффективного и безопасного заживления ран.

Пролен представляет собой синтетическую монофиламентную нить, изготовленную из полипропилена. Он широко используется в хирургии благодаря своим высоким биосовместимым свойствам и минимальному риску инфицирования. Исследования показывают, что Пролен вызывает умеренные воспалительные реакции, которые быстро купируются, и способствует быстрому заживлению тканей. Благодаря этим характеристикам, Пролен является предпочтительным выбором для ушивания апоневроза и кожи, обеспечивая надежность шва и минимальную реакцию ткани.

Шелк представляет собой натуральную многониточную нить, обладающую высокой прочностью и гибкостью. Однако, шелк вызывает значительные воспалительные реакции, что замедляет процесс заживления ран. Исследования показывают, что шелк может способствовать более высокому риску инфицирования и образования гранул из-за его природного происхождения и структуры.

Капрон, или нейлон, представляет собой синтетическую многониточную нить, широко используемую в хирургии благодаря своей прочности и устойчивости к растяжению. Капрон вызывает умеренные воспалительные реакции и способствует стабильному заживлению тканей.

Исследования подтверждают его приемлемость для ушивания апоневроза и кожи, благодаря хорошей прочности шва и минимальной реакции тканей.

Викрил представляет собой синтетическую рассасывающуюся нить, изготовленную из полигликолитовой кислоты. Он широко используется для ушивания подкожной клетчатки благодаря своим минимальным воспалительным реакциям и быстрому рассасыванию в организме. Исследования показывают, что Викрил способствует быстрому заживлению тканей, минимизируя риск образования рубцов и инфекций.

Кетгут представляет собой натуральную рассасывающуюся нить, изготовленную из очищенной кишечной ткани млекопитающих. Он широко используется для ушивания подкожной клетчатки благодаря своей способности рассасываться в организме. Исследования показывают, что кетгут вызывает умеренные воспалительные реакции и способствует стабильному заживлению тканей, хотя он может быть подвержен более высокому риску инфицирования и образования гранулем.

Эти результаты подтверждают важность выбора подходящих хирургических нитей для обеспечения эффективного и безопасного заживления ран, а также подчеркивают необходимость дальнейших исследований для оптимизации хирургических материалов и методов.

Резюме

• **Раны, обработанные метиленовым синим в сочетании с фототерапией, показали более благоприятные результаты, чем раны, обработанные 70% раствором этилового спирта:**

- метиленовый синий (МС) обладает антисептическими, антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, что способствовало улучшению процессов заживления. В сочетании с фототерапией, которая усиливает антимикробное действие МС и стимулирует регенерацию тканей, наблюдалось значительное снижение воспалительных реакций и ускорение формирования грануляционной ткани и эпителизации.

Это указывает на синергетический эффект комбинации метиленового синего и фототерапии, что делает этот метод более эффективным по сравнению с традиционным использованием этилового спирта, который обладает только антисептическим действием.

• Пролен и Капрон показали лучшие результаты в обработанных метиловым синим ранах, демонстрируя умеренные воспалительные реакции и быстрое заживление:

- синтетические монофиламентные нити Пролен и Капрон характеризуются высокой биосовместимостью и минимальной реакцией тканей на инородное тело. Гистологические исследования показали, что использование этих нитей в сочетании с метиловым синим и фототерапией значительно снижает уровень воспаления в первые сутки после операции. В зонах применения этих нитей наблюдалась активная миграция нейтрофилов и макрофагов, что указывает на контроль воспалительного процесса и стимуляцию заживления. К третьему дню началось активное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о начале ангиогенеза и пролиферации фибробластов. На пятые сутки грануляционная ткань достигала зрелости, сопровождаясь началом эпителизации, а к десятому дню отмечалась завершенная эпителизация и формирование зрелой рубцовой ткани с организованной коллагеновой матрицей. Эти результаты подтверждают высокую эффективность Пролена и Капрона для ушивания ран, особенно в сочетании с метиловым синим и фототерапией. Однако, следует отметить, что по полученным морфологическим данным капрон, все- же, уступает пролену по безопасности применения, так как имела место краткосрочная воспалительная реакция. Соответственно в условиях контаминированных ран применение капрона может увеличить риск развития раневых осложнений.

• Викрил показал лучшие результаты среди нитей, обработанных метиловым синим, с минимальными воспалительными реакциями и быстрым заживлением:

- викрил - это синтетическая рассасывающаяся нить из полигликолитовой кислоты, которая вызывает минимальные воспалительные реакции. Гистологические исследования показали, что при использовании Викрила в сочетании с метиловым синим и фототерапией наблюдалось минимальное воспаление в первые сутки после операции, что подтверждается незначительной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. К третьему дню отмечалось активное формирование грануляционной ткани с выраженной капиллярной сетью и миграцией фибробластов. На пятые сутки грануляционная ткань достигала зрелости, с плотной коллагеновой матрицей и активным сокращением раны. Эпителизация завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню. Эти результаты свидетельствуют о высокой эффективности Викрила для ушивания ран, особенно в сочетании с метиловым синим и фототерапией.

• **Шелк вызывал значительное воспаление и медленное заживление независимо от использованного раствора, что ограничивает его применение:**

- шелк - это натуральная многониточная нить, обладающая высокой прочностью и гибкостью, но вызывающая значительные воспалительные реакции. Гистологические исследования показали, что шелк вызывает выраженное воспаление, характеризующееся инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами, а также обширными участками некроза в зоне шва. Формирование грануляционной ткани замедлено и начинается лишь к пятому дню, что свидетельствует о задержке в ангиогенезе и пролиферации фибробластов. Грануляционная ткань остается менее зрелой по сравнению с синтетическими нитями, а эпителизация задерживается до десятого дня, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата. Эти результаты показывают, что шелк вызывает сильный иммунный ответ и замедленное заживление, что ограничивает его применение в клинической практике.

- **Светодиодная терапия с использованием фотонных матриц «Барва-Флекс/КИК» способствовала ускорению заживления кожно-мышечных ран, снижая воспаление и способствуя более быстрому формированию грануляционной ткани и эпителизации:**

- светодиодная терапия, применяемая в сочетании с метиловым синим, показала выраженный эффект на снижение воспаления и ускорение заживления ран. Фотонные матрицы «Барва-Флекс/КИК» стимулировали ангиогенез и пролиферацию клеток, что подтверждено гистологическими исследованиями, показывающими активное формирование грануляционной ткани и быстрое покрытие раневой поверхности новым эпидермисом. Фототерапия усиливает эффект метиленового синего, обеспечивая дополнительную активацию биохимических процессов в тканях и улучшая микроциркуляцию. Это способствует ускоренному заживлению ран, снижению воспалительных реакций и улучшению качества рубцовой ткани.

Таким образом, результаты морфологического исследования продемонстрировали, что использование метиленового синего в сочетании с фототерапией является более эффективным методом ускорения репарации кожно-мышечных линейных ран по сравнению с использованием этилового спирта. Применение синтетических нитей Пролен, а также рассасывающегося Викирила показало наилучшие результаты при обработке метиловым синим, минимизируя воспалительные реакции и ускоряя процессы заживления. Шелк, несмотря на его прочность, вызвал значительное воспаление и замедленное заживление, что ограничивает его клиническое применение. Капрон показал промежуточные результаты, но при этом реакция на его применение была существенно меньшей, чем на шелк.

Согласно заключению нашего исследования, различные хирургические нити имеют свои преимущества и недостатки в зависимости от их биосовместимости, воспалительных реакций и особенностей заживления тканей. В частности:

- Пролен и Капрон являются предпочтительными для ушивания апоневроза и кожи благодаря своим умеренным воспалительным реакциям и быстрому заживлению. При этом более биосовместимым является пролен, так как на капрон была отмечена более продолжительная локальная воспалительная реакция.

- Викрил является оптимальным выбором для ушивания подкожной клетчатки благодаря минимальным воспалительным реакциям и быстрому заживлению.

- Кетгут является хорошим выбором для ушивания подкожной клетчатки, хотя следует учитывать более высокий риск инфицирования при его использовании.

- Шелк вызывает значительное воспаление и медленное заживление, что ограничивает его применение.

Светодиодная терапия с матрицами «Барва-Флекс/КИК» значительно ускоряет заживление и снижает воспаление, подтверждая ее эффективность в комбинированной терапии ран. Эти данные подчеркивают важность выбора подходящих материалов и методов для оптимального заживления ран и открывают новые перспективы для использования комбинированной терапии в клинической практике.

ГЛАВА IV. ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА РАЗВИТИЯ РАНЕВЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

§4.1. Оптимизация способа ушивания операционных ран и профилактики развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии в зависимости от степени чистоты оперативного вмешательства

Несмотря на значительный прогресс в лечении и профилактике развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии, по-прежнему, сохраняются спорные вопросы в таком аспекте, как выбор оптимального вида шовного материала для ушивания операционных ран. Это подтверждает не только сохраняющийся риск развития специфических местных раневых осложнений как в открытой, так и в лапароскопической хирургии, но и продолжающиеся многочисленные исследования по разработке новых хирургических нитей. Развитие ответной реакции на имплантацию нитей характерно для любого вида шовного материала, применяемого для послойного ушивания ран, при этом риск развития раневых осложнений зависит от многих факторов. Если не учитывать характер самой операции и соответственно вероятность влияния ее результата на раневые осложнения, то в спектре локальных потенциальных факторов риска можно выделить такие критерии как степень «чистоты» оперативного вмешательства (чистые, условно-чистые, загрязненные и грязные операции), квалификация хирурга, способ ушивания раны, вид шовного материала, индивидуальная реакция тканей на применяемые нити и т.д. При этом раневые осложнения могут быть как ранними (серомы, гематомы, раневые инфильтраты, расхождение или прорезывание швов, нагноение), так и поздними (формирование патологических рубцов, лигатурные свищи, развитие вентральных грыж и т.д.).

Тип используемых нитей, безусловно, является одним из ведущих факторов риска в развитии раневых осложнений. Современный спектр шовного материала характеризуется различными вариантами, которые

условно можно обозначить как синтетические или натуральные, моно- или полифиламентные, рассасывающиеся и не рассасывающиеся, нити, покрытые различными антибактериальными или другими составами. И несмотря на широкий выбор до сих пор нет идеального и универсального вида хирургической нити, который отвечал бы всем требованиям, что обуславливает необходимость не только использования нитей с минимальным риском ответной реакции, но и дополнительных лечебно-профилактических мер для снижения частоты развития раневых инфекционных и неинфекционных осложнений.

Современный шовный материал при всех его потенциальных преимуществах, также, в зависимости от типа нити, должен соответствовать таким критериям как степень манипулятивных свойств (удобство использования), эластичность нитей, эффект памяти, прочность самой нити и узла, биосовместимость, фитильность, биодegradация. Важным фактором применения различных нитей в хирургии является их доступность, то есть стоимость. Фактор экономической совместимости с качеством шовного материала играет большое значение для стран, где особенно в условиях ургентной хирургии, выбор варианта нитей может быть ограниченным. Во многих странах продолжают применяться нити с более низким критерием в отношении качества, но отличающиеся невысокой стоимостью (капрон, шелк, кетгут), либо недорогие аналоги современных брендовых нитей, которые также отличаются потенциально неполноценным соответствием требованиям к шовному материалу. Соответственно, как в плане экономической эффективности, так и в отношении поиска вариантов снижения риска развития раневых осложнений возникает необходимость продолжения научных исследований в аспекте оптимизации выбора шовного материала для ушивания операционных ран, а также оценки возможности применения дополнительных интра- и послеоперационных мер, которые в целом позволили бы обеспечить улучшение качества заживления ран без существенного роста затрат на их применение.

Поставленная задача - минимизация риска развития раневых осложнений с потенциальной оптимизацией экономических затрат на шовный материал, снижение активности воспалительных проявлений в ответ на операционную травму и улучшение процессов регенерации, стимуляция процессов регенерации во всех слоях операционной раны, существенное снижение риска развития локальных ранних неинфекционных и инфекционных осложнений, сокращение периода послеоперационной реабилитации, улучшение отдаленных косметических и функциональных результатов.

Поставленная задача решена тем, что в способе ушивания операционных ран и профилактики развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии в зависимости от степени чистоты оперативного вмешательства, включающем выполнение стандартных этапов оперативного пособия и послойного закрытия раны, включая брюшину (при возможности), мышечно-апоневротический слой, подкожную клетчатку (при необходимости) и кожу, применение лечебно-профилактических мер для снижения риска развития раневых осложнений, после выполнения стандартных этапов оперативного пособия послойное закрытие раны проводят с учетом чистоты оперативного вмешательства выбором доступного типа хирургической нити, а именно: брюшину и подкожно жировую клетчатку ушивают рассасывающимися нитями (викрил), при чистых или условно-чистых вариантах оперативного вмешательства мышечно-апоневротический слой ушивают нерассасывающимся шовным материалом, непрерывно (полипропилен 1-2/0, плетеный полиэстер 2-0), либо узловыми швами нитью капрон или шелк (4-0 или 5-0), кожу ушивают (некосметические швы) узловыми швами полипропиленовой нитью (4-5/0), либо нитью капрон или шелк (3-0); при загрязненных или грязных вариантах оперативного вмешательства применяют узловые швы на мышечно-апоневротический слой (полипропилен 1-2/0, плетеный полиэстер 2-0), далее, в качестве лечебно-профилактических мер для снижения риска развития раневых осложнений, проводят обработку

операционного поля 0,1%-ным раствором метиленовой сини из расчета 20-25 мл на 100 см² раневой поверхности с нанесением раствора марлевым тупфером на все слои (апоневроз, подкожная клетчатка) с экспозицией в течение 3 минут, после чего отсосом со дна раны удаляют излишки раствора и проводят лазерное облучение путем бесконтактного воздействия на всю поверхность раны излучением фото-терапевтического аппарата (помещенного в стерильный полиэтиленовый пакет) с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами (из которых 12 с лучами красного спектра – 660 нм, и 12 с инфракрасным спектром – 940 нм) в непрерывном режиме, в диапазоне 660 нм (красный), с глубиной воздействия до 2,5 мм, мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 5 минут, затем ушивают кожу полипропиленом (3-4/0); аналогичную процедуру облучения бесконтактным воздействием на поверхность раны излучением фото-терапевтического аппарата с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами проводят ежедневно 1 раз в день в течение 3 суток при чистых и условно-чистых вариантах оперативного вмешательства и 5-7 суток при загрязненных и грязных вариантах оперативного вмешательства путем размещения фотонных матриц над областью раны (на расстоянии 1,0 см) с инфракрасным воздействием (940 нм, с проникновением на глубину 40-70 мм), мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 15 минут.

Способ включает следующие этапы:

- Выполняются стандартные интраабдоминальные этапы оперативного пособия, ревизия, дренирование;
- Ушивание (при возможности) краев брюшины, после чего рана ушивается с учетом «чистоты» операционного поля, для этого при чистых или условно-чистых вариантах операции мышечно-апоневротический слой ушивается нерассасывающимся шовным материалом, непрерывно (полипропилен 1-2/0, плетеный полиэстер 2-0), либо узловыми швами нитью капрон или шелк (4-0 или 5-0), подкожно жировая клетчатка (при выраженном слое) ушивается только рассасывающимися нитями (викрил), для ушивания

кожи (некосметические швы) применяются узловые швы полипропиленовой нитью (4-5/0), либо нитью капрон или шелк (3-0);

- При загрязненных или грязных операциях применяются только узловые швы на мышечно-апоневротический слой (полипропилен 1-2/0, плетеный полиэстер 2-0) и на кожу - полипропилен (3-4/0);

- После ушивания мышечно-апоневротического слоя проводится обработка всего операционного поля 0,1% раствором метиленовой сини из расчета 20-25 мл на 100 см² раневой поверхности с нанесением раствора марлевым тупфером на все слои (апоневроз, подкожная клетчатка) с экспозицией в течение 3 минут, после чего отсосом со дна раны удаляются излишки раствора и производится лазерное облучение путем бесконтактного воздействия на всю поверхность раны излучения фото-терапевтического аппарата (помещенного в стерильный полиэтиленовый пакет) с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами (из которых 12 с лучами красного спектра – 660 нм, и 12 с инфракрасным спектром – 940 нм) в непрерывном режиме, в диапазоне 660 нм (красный), с глубиной воздействия до 2,5 мм, мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 5 минут;

- Далее ушивают кожу, в ранний послеоперационный период производится облучение ежедневно 1 раз в день в течение 3 суток при чистых и условно-чистых ранах и до 5-7 суток при загрязненных и грязных ранах путем размещения фотонных матриц над областью раны (на расстоянии 1,0 см) с инфракрасным воздействием (940 нм, проникает на глубину 40-70 мм), мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 15 минут.

Клинический пример №1.

Больной Б., 26 лет. Номер истории болезни № 1689/321.

Дата госпитализации: 22.07.2021.

Дата выписки из стационара: 30.07.2021.

Клинический диагноз: Язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки.

Осложнение: Декомпенсированный пилоростеноз.

Больной поступил в отделение в плановом порядке с болями в эпигастрии, снижением аппетита, задержкой пищеварения, неприятным запахом изо рта, общей слабостью, слабостью.

Из анамнеза, указанные жалобы отмечает в течение 5 лет.

Статус Praesens Objectivus: Общее состояние относительно удовлетворительное. В сознании. Состояние больного активное. Телосложение нормостеническое. Цвет кожи неизменный, эластичный. Высыпаний нет. Температура тела 36,6⁰С. Слизистые оболочки бледно-розовые. Подкожно-жировой слой развит умеренно. Лимфатические узлы не увеличены. Развитие мышц удовлетворительное. Кости и суставы без деформаций.

Дыхательная система: Дыхание плавное, через нос. Грудная клетка без деформаций. При пальпации болезненность отсутствует, звуковая вибрация равномерная на симметричных участках. При перкуссии на симметричных участках звук одинаковый, точный, тимпанический. Аускультативно дыхание везикулярное.

Сердечно-сосудистая система: Окружность сердца ровная. Имеется эпигастральная пульсация. При пальпации толчок верхушки сердца находится в пределах V-ребра, область его ограничена. Границы сердца при перкуссии не расширены. При аускультации тоны сердца ритмичные. Число пульсов 88 в 1 минуту, ровный, полный. АД 120/80 мм.

Пищеварительная система: Язык обложен белым налётом. Зубы здоровые. Живот без видов патологий. Живот мягкий, безболезненный. Печень и селезенка не увеличены. При аускультации выслушиваются кишечные шумы. Стул в норме.

Мочепускающая система: Без жалоб. Мочепускание в норме. При перкуссии области почек - безболезненно.

Эндокринная система желез: Без жалоб. Щитовидная железа не увеличена. Развитие наружных половых органов: нормальное, без изменений.

Нервная система: Пациент нервничает из-за боли. Патологических реакций не наблюдается. Сухожильный рефлекс положительный.

Status lokalis: При пальпации живот мягкий, безболезненный. При промывании желудка через назогастральный зонд вышла зловонная масса пищи.

Лабораторные данные: общий анализ крови гемоглобин 108 г/л, Эритроциты $3,6 \cdot 10^{12}$, Лейкоциты $4,6 \cdot 10^{12}$, Гематокрит 46,5%, СОЭ -8, время свертывания 3-35; 4-05, АЛТ 12,6 ед/л, АСТ 15,1 ед/л, билирубин 13,7, сыворотка 2,9, глюкоза-4,6 ммоль/л, креатинин 92 мкмоль/л, мочевины 6,9 ммоль/л. СПИД-отрицательный, RW-отрицательный, HBs-ag-0,41 отрицательный, HCV-ab-0,27 отрицательный. При УЗИ: патологических изменений в брюшной полости не выявлено. На ЭКГ синусовый ритм правильный. Заключение кардиолога здоров. При рентгенологическом исследовании органов грудной клетки патологических изменений не выявлено. Противопоказаний к обследованию у анестезиолога-реаниматолога нет.

Операция № 316 Лапаротомия. Гастроэнтероанастомоз.

Под общим эндотрахеальным наркозом область операции обработана 96% спиртом и раствором йода, выполнена верхнесрединная лапаротомия. При ревизии передняя стенка желудка с утолщенными стенками, желудок

увеличен, достигает до малого таза. Стенки желудка гипертрофированы из-за того, что пища не проходит в 12 п/к, при вскрытии большого сальника выявлена пенетрация язвы в головку поджелудочной железы, в связи с чем из-за крайних ограничений с выделением 12 п/к выполнено наложение гастроэнтероанастомоза с энтеро-энтероанастомозом по Брауну. С целью декомпрессии проведен назогастрально-тощекишечный зонд. Контроль гемостаза. При обследовании органов брюшной полости других патологических изменений не выявлено. Для контроля под печень и в область анастомоза установлена дренажная трубка, которую вывели с правой стороны через отдельный прокол. С учетом условно-чистого характера операции послойное ушивание выполнено следующим образом: брюшина ушита нитью Викрил 3/0, мышечно-апоневротический слой ушит узловыми швами нитью капрон (5-0). Далее проведена обработка всего операционного поля 0,1% раствором метиленовой сини объемом 40-50 мл с нанесением раствора марлевым тупфером на все слои раны. Выполнена экспозиция в течение 3 минут, после чего отсосом со дна раны удалены излишки раствора и произведено лазерное облучение - бесконтактное воздействие на всю поверхность раны излучением фото-терапевтического аппарата (помещенного в стерильный полиэтиленовый пакет) с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами (из которых 12 с лучами красного спектра – 660 нм, и 12 с инфракрасным спектром – 940 нм) в непрерывном режиме, в диапазоне 660 нм (красный), с глубиной воздействия до 2,5 мм, мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 5 минут. На кожу наложены узловые швы капроном (3-0), асеп.наклейка.

В раннем периоде в течение 3 суток ежедневно 1 раз в день проводили процедуру облучения путем размещения фотонных матриц над областью раны (на расстоянии 1,0 см) с инфракрасным воздействием (940 нм), мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 15 минут.

В послеоперационном периоде осложнений со стороны раны не отмечено. При чрескожной термометрии (контроль на противоположной стороне 36,6⁰С) показатель составил 37,2⁰С только на 1 сутки. Со вторых суток температура не превышала 36,8⁰С. Больной в удовлетворительном состоянии выписан под амбулаторное наблюдение на 6-й день.

Швы с кожи сняты в амбулаторном порядке на 7-9 сутки. В сроки через 8 месяцев после операции при осмотре, жалоб нет. Послеоперационный рубец нормостенического типа, не гиперемирован, без особенностей.

Клинический пример №2.

Больной Б., 76 лет.. История болезни №89/72.

Дата госпитализации: 18.01.2023.

Дата выписки из стационара: 30.01.2023.

Клинический диагноз: Острый деструктивный калькулезный холецистит.

Осложнение: Перфорация желчного пузыря. Распространенный серозно-фибринозный перитонит.

Больной поступил в отделение в экстренном порядке с болями по всему животу, снижением аппетита, общей слабостью.

Из анамнеза – вышеуказанные жалобы в течение суток.

Status praesens obyektivyus: Общее состояние средней степени тяжести. В сознание. Статус пациента активный. Телосложение гиперстеническое. Цвет кожи неизменный, эластичный. Высыпаний нет. Температура тела 38,6⁰С. Слизистые оболочки бледно-розовые. Подкожно-жировой слой выраженно развит. Лимфатические узлы не увеличены. Развитие мышц удовлетворительное. Деформаций костей и суставов нет.

Дыхательная система: Дыхание плавно, через нос. Без деформации грудной полости. При пальпации безболезненно, звуковые колебания равномерные на симметричных участках. При перкуссии на симметричных участках звук одинаковый, точный, тимпанический. Аускультативно дыхание везикулярное.

Сердечно-сосудистая система: Окружность сердца ровная. Имеется эпигастральная пульсация. При пальпации толчок верхушки сердца находится в пределах V-ребра, область его ограничена. Границы сердца при перкуссии не расширены. При аускультации тоны сердца ритмичные. Пульс 106 в 1 минуту, ровный, полный. А/Д 110/70 мм.

Пищеварительная система: Язык покрыт белым налетом. Зубы имеют адентию. Патологических высыпаний на животе нет. Живот резко безболезненный во всех отделах. Печень и селезенка не увеличены.

Мочеиспускательная система: Жалоб нет. Мочеиспускание безболезненно. Симптом Пастернацкого отрицательный.

Эндокринная система желез: Жалоб нет. Щитовидная железа не увеличена. Развитие наружных половых органов: нормальное, изменения не выявлены.

Нервная система: пациент нервничает из-за боли. Патологических реакций не наблюдается. Суставные рефлексy в норме.

Лабораторные данные: общий анализ крови: гемоглобин 128 г/л, Эритроциты 4,1·10¹², Лейкоциты 14,1·10¹², Гематокрит 42,3%, СОЭ -35, время свертывания 3-35; 3-55, АЛТ 10,6 ед/л, АСТ 22,1 ед/л, билирубин 22,7, сыворотка 2,9, глюкоза-4,1 ммоль/л, креатинин 72 мкмоль/л, мочевины 5,8 ммоль/л. СПИД отрицательный, RW - отрицательный, HBs-ag-0,31 отрицательный, HCV-ab-0,37 отрицательный. На УЗИ: острый деструктивный калькулезный холецистит, выпот в малом тазу. На ЭКГ синусовый ритм правильный. При рентгенологическом исследовании органов грудной клетки патологических изменений не выявлено.

Операция № 72 Лапаротомия. Холецистэктомия по Прибраму, санация и дренирование брюшной полости.

Под общим эндотрахеальным наркозом произведена верхнесрединная лапаротомия. При ревизии, во всех отделах брюшной полости справа имеется серозный выпот с фибрином, из малого таза отсановано около 200 мл свободной жидкости. Желчный пузырь увеличен, стенки до 1 см, в области

дна имеется прикрытое сальником перфорированное отверстие до 2 см, стенки пузыря багрового цвета. Выполнена холецистэктомия по Прибраму (отдельными фрагментами), пузырьный проток и артерия дважды перевязаны. Далее произведена санация брюшной полости и установлено два дренажа, в подпеченочную область, выведен справа через прокол, и в малый таз, выведен справа (нижний).

С учетом грязного характера операции послойное ушивание выполнено следующим образом: брюшина ушита нитью Викрил 3/0, мышечно-апоневротический слой ушит узловыми швами нитью Пролен (2-0). Далее проведена обработка всего операционного поля 0,1% раствором метиленовой сини объемом 40-50 мл с нанесением раствора марлевым тупфером на все слои раны. Выполнена экспозиция в течение 3 минут, после чего отсосом со дна раны удалены излишки раствора и произведено лазерное облучение - бесконтактное воздействие на всю поверхность раны излучением фототерапевтического аппарата (помещенного в стерильный полиэтиленовый пакет) с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами (из которых 12 с лучами красного спектра – 660 нм, и 12 с инфракрасным спектром – 940 нм) в непрерывном режиме, в диапазоне 660 нм (красный), с глубиной воздействия до 2,5 мм, мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 5 минут. На подкожную клетчатку наложены узловые швы нитью Викрил (3/), на кожу наложены узловые швы Проленом (3-0), асеп.наклейка.

В раннем периоде в течение 5 суток ежедневно 1 раз в день проводили процедуру облучения путем размещения фотонных матриц над областью раны (на расстоянии 1,0 см) с инфракрасным воздействием (940 нм), мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 15 минут.

В послеоперационном периоде осложнений со стороны раны не отмечено. При чрескожной термометрии (контроль на противоположной стороне 36,4⁰С) показатель составил 37,2⁰С на 1 сутки и 37,0⁰С на вторые сутки. Со третьих суток температура не превышала 36,6⁰С. Больной в удовлетворительном состоянии выписан под амбулаторное наблюдение на 7-й день.

Швы с кожи сняты в амбулаторном порядке на 9-11 сутки. В сроки через 6 месяцев после операции при осмотре, жалобы на умеренный дискомфорт в области послеоперационного рубца. Последний нормостенического типа, не гиперемирован, без особенностей.

Преимущества способа:

- Способ может быть применен при различных размерах операционного поля, локализации на передней стенке живота в условиях плановой или особенно экстренной хирургии при выполнении потенциально

любых вариантов операций в зависимости от их чистоты (чистые, условно-чистые, загрязненные и грязные операции);

- Предложенные варианты ушивания мышечно-апоневротического слоя с учетом «чистоты» операции позволяют минимизировать риск развития раневых осложнений с потенциальной оптимизацией экономических затрат на шовный материал (конкретизация возможности применения нерассасывающего шовного материала с более высоким риском ответных патологических реакций – капрон, шелк);

- Интраоперационное применение раствора метиленовой сини осуществляет не только локальный антисептический эффект, но и под воздействием лазерного излучения в красном спектре за счет фотонных матриц усиливает антибактериальные свойства вследствие активации фотодинамических процессов;

- Применение локального облучения области раны фотонными матрицами интраоперационно в красном спектре и после операции в инфракрасном спектре также обеспечивает анальгезирующий эффект, способствует усилению локальной микроциркуляции крови и лимфы, снижению активности воспалительных явлений и улучшению процессов регенерации;

- Преимуществом использования фотонных матриц является их удобство в применении за счет гибкости основания фото-терапевтического аппарата, возможностью его размещения над раной на любом участке передней брюшной стенки с максимально эффективной передачей воздействия излучения светодиодов;

- Предложенный способ характеризуется простотой и удобством в выполнении, не усложняет и существенно не затягивает этап ушивания раны, а послеоперационное облучение может проводиться средним медицинским персоналом и не обременительно для пациентов;

- В целом методика за счет усиленного антибактериального эффекта, снижения активности воспалительных проявлений в ответ на операционную травму и имплантированный шовный материал, стимуляции процессов регенерации во всех слоях операционной раны позволяет существенно снизить риск развития локальных ранних неинфекционных и инфекционных осложнений, периода послеоперационной реабилитации, а также улучшить отдаленные косметические и функциональные результаты;

- Методика обеспечивает экономический эффект за счет конкретизации возможных вариантов использования шовного материала, сокращения затрат на лечение и профилактику раневых осложнений, а также реабилитацию пациентов после абдоминальных операций в госпитальный и постгоспитальный периоды.

На данный способ получен патент на изобретение Министерства юстиции Республики Узбекистан («Способ ушивания операционных ран и профилактики развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии в зависимости от степени чистоты оперативного вмешательства»).

§4.2. Анализ ранних результатов предложенного способа ушивания операционных ран

Для клинической оценки эффективности предложенных рекомендаций было проведено исследование у 481 пациентов, которым были выполнены различные абдоминальные вмешательства в условиях экстренной и плановой хирургии. При этом из исследования исключались случаи если после операции имели место внутриабдоминальные осложнения, связанные с характером проведенного оперативного вмешательства. Это позволило увеличить качество исследования по оценке особенностей влияния шовного материала и предложенного способа на заживление ран. В основную группу включено 235 пациентов, у которых операционные раны ушивались с учетом верифицированных особенностей реакции тканей на шовный материал, а также был применен предложенный метод локального усиления

регенеративных свойств. Контрольная группа включала 246 пациентов, у которых раны ушивались по традиционным подходам в указанных клиниках.

Анализ охватил как ближайший, так и отдаленный (6-18 месяцев) периоды. В ближайший период оценивались все основные факторы по течению заживления операционных ран. Локальная термометрия в области ран была полноценно проведена у 120 пациентов контрольной группы и 129 больных из основной группы. Колебания локальной температуры в области раны и средние их значения приведены на рис. 4.11 и в табл. 4.1. Проведенное исследование по динамике изменений показателей кожной термометрии показало, что локальная температура в области раны всегда была выше общей на 0,3-1,1 °С. Если в течение 1-2 суток после операции локальная температура в группах сравнения достоверно не отличалась, то начиная с 3 суток показатели оказались существенно ниже в основной группе, что говорит о меньшей ответной реакции со стороны раны как на само оперативное вмешательство, так и на шовный материал. Так, через сутки после операции локальная температура составила $35,6 \pm 0,8$ в контрольной группе (КГ) и $35,8 \pm 0,9$ °С в основной группе (ОГ) ($t=1,70$; $p > 0,05$), на вторые сутки - $36,93 \pm 0,7$ и $36,8 \pm 0,7$ °С ($t=1,56$; $p > 0,05$). В свою очередь на третьи сутки температура в области раны увеличилась в обеих группах, но при это была достоверно выше в КГ - $37,8 \pm 0,7$ против $37,2 \pm 0,7$ °С ($t=7,08$; $p < 0,05$). На пятые сутки эти показатели составили $37,1 \pm 0,6$ против $36,7 \pm 0,6$ °С ($t=5,16$; $p < 0,05$). Это говорит о том, что изменение локальной температуры характерно для любых послеоперационных ран, однако в ОГ применение предложенных рекомендаций позволило снизить активность воспалительного процесса, которая отразилась в менее выраженных колебаниях.

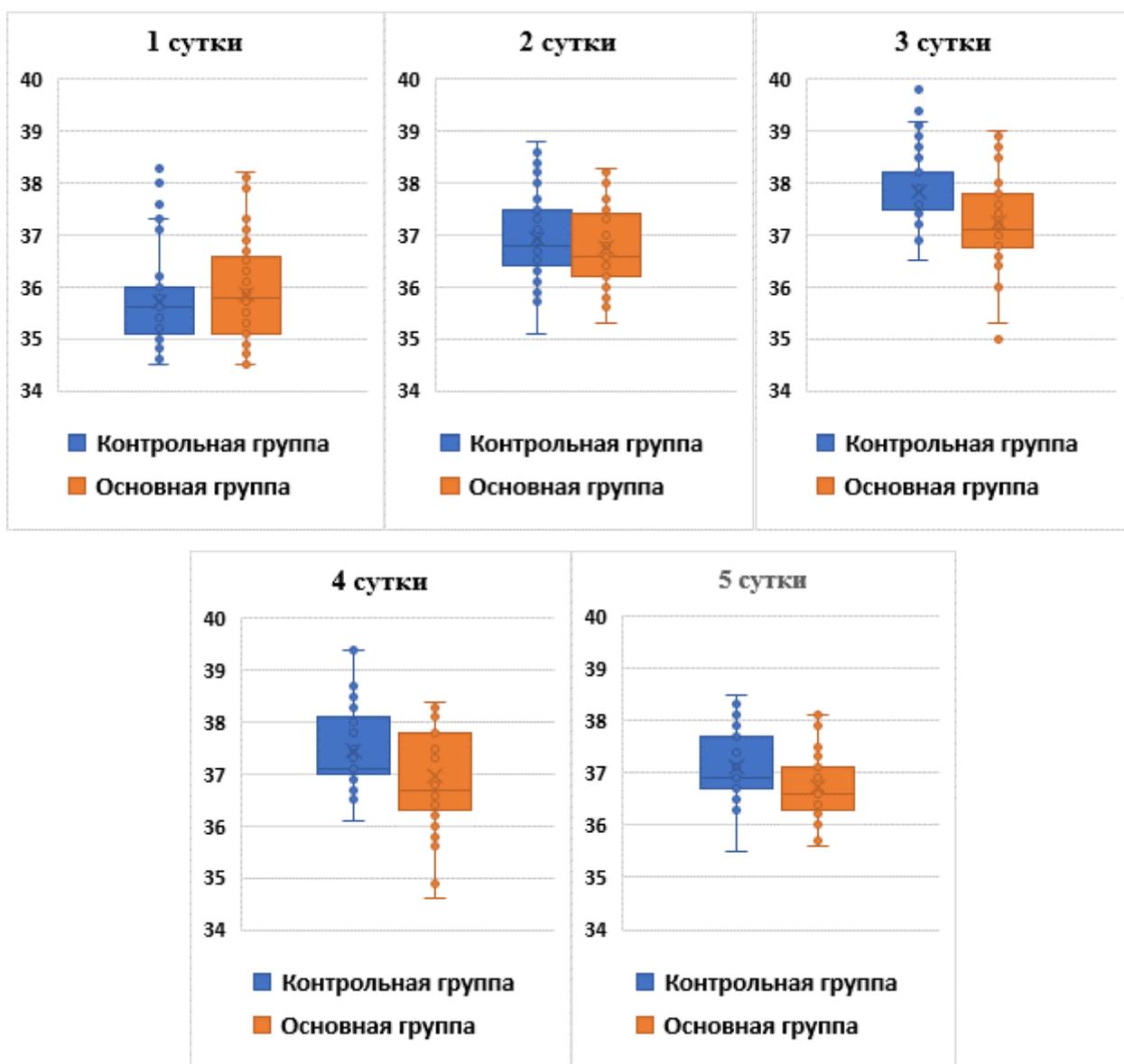


Рис. 4.11. Колебание показателей кожной термометрии в области раны в динамике (°C)

В зависимости от уровня локальной температуры в большинстве случаев на следующие сутки после операции показатели были в пределах нормальных значений – у 103 (85,8%) в КГ и у 115 (89,1%) в ОГ. Соответственно только у 14,2% и 10,9% пациентов верифицированы субфебрильные и фебрильные значения. На вторые сутки последние показатели в группах увеличились еще до 39,2% и 28,7%, то есть нормальные значения сохранялись только у 60,8% (73 пациентов в КГ) и 71,3% (92 пациента в ОГ) больных. Показательным являются полученные данные на 3 сутки.

Таблица 4.1

Средние показатели кожной термометрии в области послеоперационной раны в динамике (°С)

| Сутки п/о | КГ (n=120) | | ОГ (n=129) | | Статистическое различие | |
|--------------|------------|--|------------|--|-------------------------|-------|
| | M±δ (°С) | | M±δ (°С) | | t | p |
| 1 | 35,6±0,8 | | 35,8±0,9 | | -1,70 | >0,05 |
| 2 | 36,93±0,7 | | 36,8±0,7 | | 1,56 | >0,05 |
| 3 | 37,8±0,7 | | 37,2±0,7 | | 7,08 | <0,05 |
| 4 | 37,5±0,7 | | 37±0,8 | | 5,13 | <0,05 |
| 5 | 37,1±0,6 | | 36,7±0,6 | | 5,16 | <0,05 |

Только у 2 (1,7%) пациентов КГ локальная температура оставалась в пределах нормы, тогда как в ОГ этот показатель был гораздо выше – 31,8% (у 41 больного). В остальных случаях была выявлена субфебрильная (37,1-37,9°С) (81 - 67,5% в КГ и 76 -58,9% в ОГ), фебрильная (38,0-38,9°С) (25 - 20,8% и 11 - 8,5%) и даже пиретическая (39,0-40,9°С) температура у 12 (10,0%) пациентов в КГ и только 1 (0,8%) в ОГ ($\chi^2=50,024$; DF=2; $p<0,001$) (табл. 4.2).

На 4 сутки показатели локальной температуры снизились, при этом нормальные значения были верифицированы у 42 (35%) пациентов в КГ и у 70 (54,3%) в ОГ, но при этом полученные данные также достоверно отличались ($\chi^2=25,674$; DF=2; $p<0,001$). На 5 сутки нормальная локальная температура была у 80 (66,7%) в КГ и у 94 (72,9%) в ОГ ($\chi^2=10,646$; DF=2; $p=0,005$).

Следующим этапом были изучены показатели интенсивности боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), у 136 пациентов в КГ и 131 больного в ОГ (рис. 4.12).

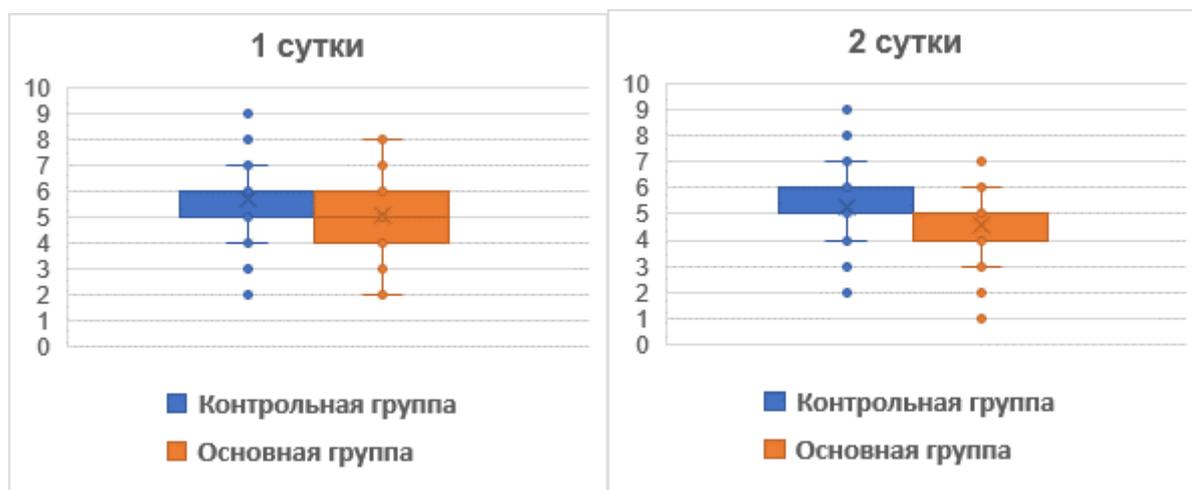
Таблица 4.2

Распределение больных по уровню температуры в области послеоперационной раны в динамике

| Температура | КГ (n=120) | | ОГ (n=129) | | КГ (n=120) | | ОГ (n=129) | |
|-----------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| Сутки | 1 сутки | | | | 2 сутки | | | |
| Норма (до 37,0°С) | 103 | 85,8% | 115 | 89,1% | 73 | 60,8% | 92 | 71,3% |
| Субфебрильная (37,1-37,9°С) | 14 | 11,7% | 11 | 8,5% | 33 | 27,5% | 30 | 23,3% |

Продолжение таблица 4.2

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------|----|-------|---------------------------------|-------|----|-------|
| Фебрильная (38,0-38,9°C) | 3 | 2,5% | 3 | 2,3% | 14 | 11,7% | 7 | 5,4% |
| Пиретическая (39,0-40,9°C) | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| χ^2 | 0,696; DF=2; p=0,707 | | | | 4,344; DF=2; p=0,114 | | | |
| Сутки | 3 сутки | | | | 4 сутки | | | |
| Норма (до 37,0°C) | 2 | 1,7% | 41 | 31,8% | 42 | 35,0% | 70 | 54,3% |
| Субфебрильная (37,1-37,9°C) | 81 | 67,5% | 76 | 58,9% | 42 | 35,0% | 51 | 39,5% |
| Фебрильная (38,0-38,9°C) | 25 | 20,8% | 11 | 8,5% | 34 | 28,3% | 8 | 6,2% |
| Пиретическая (39,0-40,9°C) | 12 | 10,0% | 1 | 0,8% | 2 | 1,7% | 0 | 0,0% |
| χ^2 | 50,024; DF=2; p<0,001 | | | | 25,674; DF=2; p<0,001 | | | |
| Сутки | 5 сутки | | | | | | | |
| Норма (до 37,0°C) | 80 | 66,7% | 94 | 72,9% | | | | |
| Субфебрильная (37,1-37,9°C) | 26 | 21,7% | 33 | 25,6% | | | | |
| Фебрильная (38,0-38,9°C) | 14 | 11,7% | 2 | 1,6% | | | | |
| Пиретическая (39,0-40,9°C) | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | | | | |
| χ^2 | 10,646; DF=2; p=0,005 | | | | | | | |



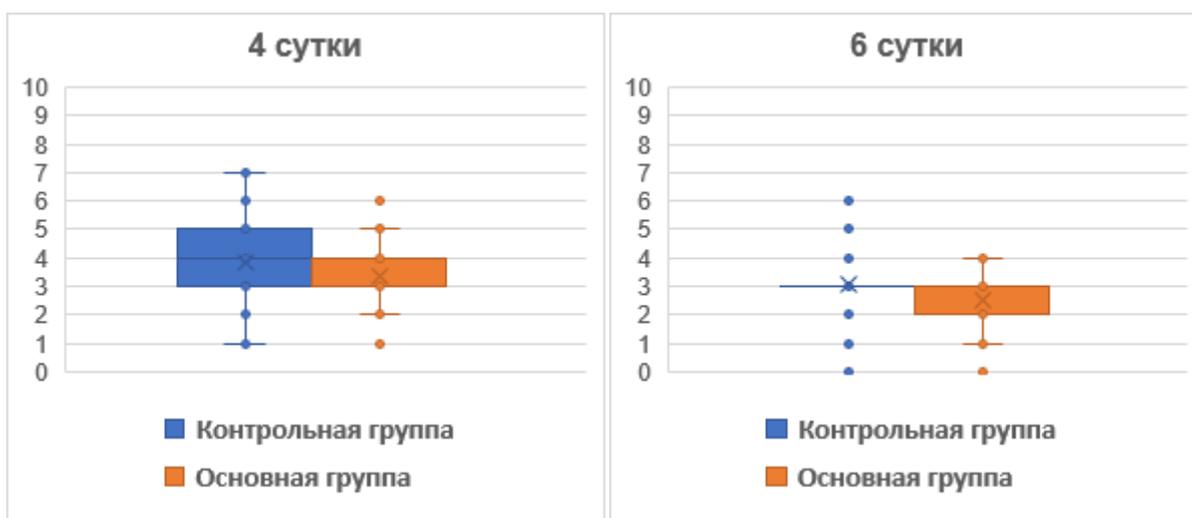


Рис. 4.12. Колебание показателей интенсивности боли по ВАШ в динамике (баллы)

На 1 сутки показатель по ВАШ в КГ составил $5,7 \pm 1,3$ баллов и в ОГ - $5,5 \pm 1,3$ баллов ($t=1,66$; $p>0,05$). Начиная со вторых суток интенсивность боли оказалась меньше в ОГ, составив $5,2 \pm 1,2$ против $4,5 \pm 1,3$ баллов соответственно ($t=4,57$; $p < 0,05$). На 4 сутки исследование показало также достоверное различие с меньшим значением в ОГ - $3,9 \pm 1,2$ против $3,4 \pm 1,2$ балла ($t=3,45$; $p < 0,05$), которое сохранилось и на 6 сутки после операции - $3,1 \pm 0,9$ против $2,5 \pm 0,7$ балла ($t=5,84$; $p < 0,05$) (табл. 4.3).

Аналогично показателям локальной температуры в области раны значения по ВАШ также отражали менее интенсивно протекающие воспалительные процессы у пациентов в ОГ.

Таблица 4.3

Распределение больных по уровню показателя по ВАШ в динамике (баллы)

| Сутки п/о | КГ (n=136) | ОГ (n=131) | Статистическое различие | |
|-----------|---------------|---------------|-------------------------|-------|
| | M±δ | M±δ | t | p |
| 1 | $5,7 \pm 1,3$ | $5,5 \pm 1,3$ | 4,26 | <0,05 |
| 2 | $5,2 \pm 1,2$ | $4,5 \pm 1,3$ | 4,57 | <0,05 |
| 4 | $3,9 \pm 1,2$ | $3,4 \pm 1,2$ | 3,45 | <0,05 |
| 6 | $3,1 \pm 0,9$ | $2,5 \pm 0,7$ | 5,84 | <0,05 |

Наиболее принципиальным вопросом при оценке качества заживления послеоперационных ран является анализ частоты различных специфических осложнений (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Структура и частота послеоперационных ранних раневых осложнений

| Раневое осложнение | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|----------------------------------|----------------------|-------|------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Серома | 10 | 4,1% | 4 | 1,7% |
| Гиперемия краев раны | 9 | 3,7% | 2 | 0,9% |
| Инфильтрация мягких тканей | 6 | 2,4% | 2 | 0,9% |
| Гематома | 4 | 1,6% | 2 | 0,9% |
| Частичное расхождение краев раны | 4 | 1,6% | 1 | 0,4% |
| Нагноение | 6 | 2,4% | 1 | 0,4% |
| Без осложнений | 207 | 84,1% | 223 | 94,9% |
| χ^2 | 15,416; DF=6; p<0,05 | | | |

Так, в КГ серома отмечена у 10 (4,1%) пациентов, а в ОГ у 4 (1,7%) больных, гиперемия краев раны у 9 (3,7%) и 2 (0,9%) пациентов соответственно. Инфильтрация мягких тканей развилась в 6 (2,4%) и 2 (0,9%) случаях, гематома - 4 (1,6%) и 2 (0,9%), частичное расхождение краев раны - 4 (1,6%) и 1 (0,4%). В свою очередь нагноение ран имело место у 6 (2,4%) пациентов в КГ и только у 1 (0,4%) в ОГ. Всего без осложнений было 207 (84,1%) и 223 (94,9%) пациента, что достоверно различалось между группами ($\chi^2=15,416$; DF=6; p<0,05).

В зависимости от степени чистоты ран, частота осложнений распределилась следующим образом (табл. 4.5). При чистых ранах в КГ различные раневые осложнения отмечены у 2 (3,0%) пациентов, в ОГ у 1 (1,9%) ($\chi^2=0,159$; DF=1; p=0,691).

Таблица 4.5

Структура и частота послеоперационных ранних раневых осложнений

| Раневое осложнение | Чистые | | Условно чистые | | Загрязненные | | Грязные | |
|----------------------------------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| | КГ (n=246) | | | | | | | |
| | n=67 | | n=88 | | n=54 | | n=37 | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| Серома | 1 | 1,5% | 3 | 3,4% | 3 | 5,6% | 3 | 8,1% |
| Гиперемия краев раны | 0 | 0,0% | 3 | 3,4% | 3 | 5,6% | 3 | 8,1% |
| Инфильтрация мягких тканей | 1 | 1,5% | 1 | 1,1% | 2 | 3,7% | 2 | 5,4% |
| Гематома | 0 | 0,0% | 1 | 1,1% | 2 | 3,7% | 1 | 2,7% |
| Частичное расхождение краев раны | 0 | 0,0% | 1 | 1,1% | 1 | 1,9% | 2 | 5,4% |
| Нагноение | 0 | 0,0% | 1 | 1,1% | 2 | 3,7% | 3 | 8,1% |
| Все осложнения | 2 | 3,0% | 10 | 11,4% | 13 | 24,1% | 14 | 37,8% |
| Без осложнений | 65 | 97,0% | 78 | 88,6% | 41 | 75,9% | 23 | 62,2% |
| Раневое осложнение | ОГ (n=235) | | | | | | | |
| | n=54 | | n=83 | | n=59 | | n=39 | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| | Серома | 1 | 1,9% | 1 | 1,2% | 1 | 1,7% | 1 |
| Гиперемия краев раны | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 1,7% | 1 | 2,6% |
| Инфильтрация мягких тканей | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 1,7% | 1 | 2,6% |
| Гематома | 0 | 0,0% | 1 | 1,2% | 0 | 0,0% | 1 | 2,6% |
| Частичное расхождение краев раны | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 1,7% | 0 | 0,0% |
| Нагноение | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 2,6% |
| Все осложнения | 1 | 1,9% | 2 | 2,4% | 4 | 6,8% | 5 | 12,8% |
| Без осложнений | 53 | 98,1% | 81 | 97,6% | 55 | 93,2% | 34 | 87,2% |
| χ^2 | 0,159; DF=1; p=0,691 | | 5,248; DF=1; p=0,022 | | 6,598; DF=1; p=0,011 | | 6,338; DF=1; p=0,012 | |

В свою очередь при условно-чистых вмешательствах доля раневых осложнений уже достоверно разлилась и была выше в КГ – 11,4% (у 10 из 88 пациентов с этим типом операции) против 2,4% (у 2 пациентов в ОГ) ($\chi^2=5,248$; DF=1; p=0,022). При загрязненных операциях доля раневых

осложнений увеличилась в группе контроля до 24,1% (у 13 из 54 больных) и в ОГ до 6,8% (у 4 из 59 пациентов) ($\chi^2=6,598$; $DF=1$; $p=0,011$), а при грязных операциях еще до 37,8% (у 14 из 37 пациентов в КГ) и 12,8% (у 5 из 39 пациентов в ОГ) ($\chi^2=6,338$; $DF=1$; $p=0,012$). В целом, анализ частоты развития раневых осложнений показал, что в зависимости от степени чистоты раны в КГ при чистых и условно-чистых операциях доля осложнений составила 7,7% (12 пациентов), в ОГ - 2,2% (3 пациента), соответственно без осложнений было 143 (92,3%) и 134 (97,8%) пациента ($\chi^2=4,600$; $DF=1$; $p=0,032$). При загрязненных и грязных операциях раневые осложнения развились у 27 (29,7%) пациентов в КГ и только у 9 (9,2%) в ОГ, без осложнений было 64 (70,3%) и 89 (90,8%) пациентов ($\chi^2=14,646$; $DF=1$; $p<0,001$). Среди всех операций осложнения составили 15,9% (у 39 в КГ) и 5,1% (у 12 в ОГ), без осложнений было 207 (84,1%) и 223 (94,9%) пациента соответственно ($\chi^2=14,646$; $DF=1$; $p<0,001$) (рис. 4.13).

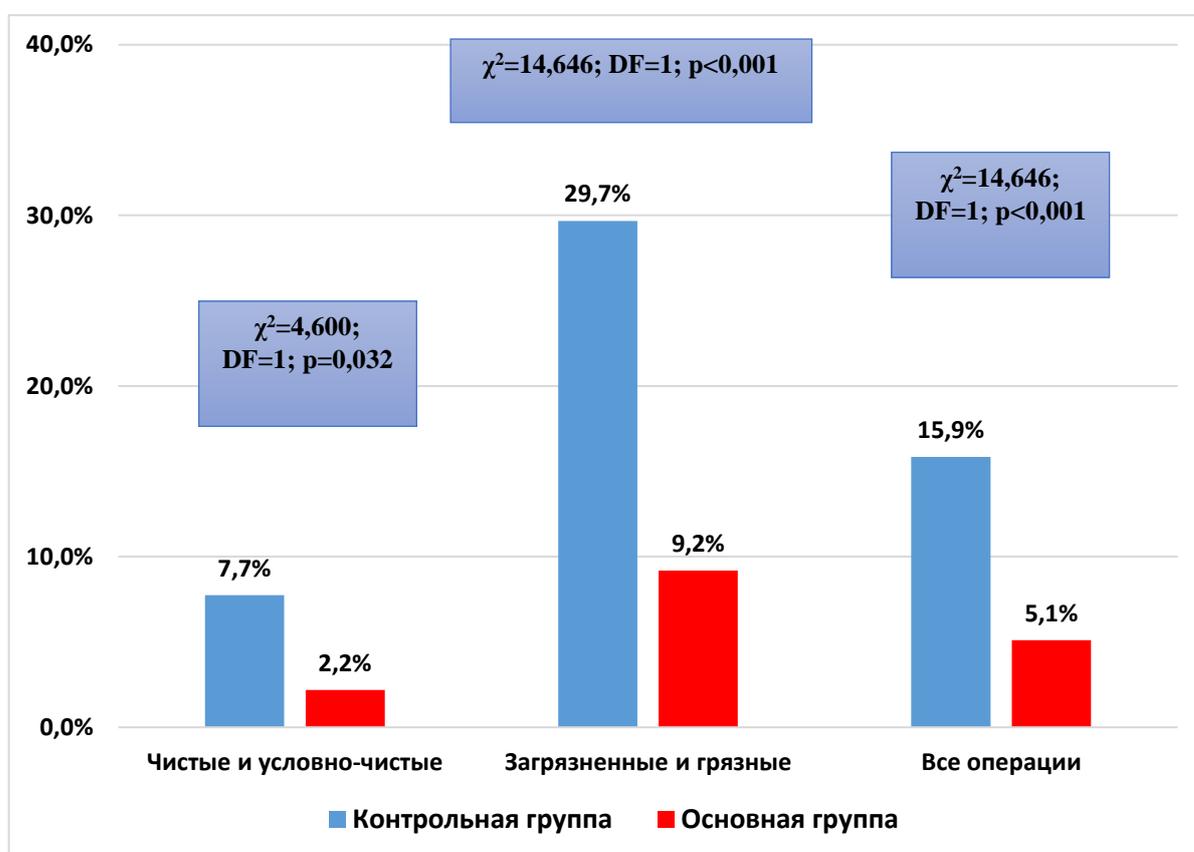


Рис. 4.13. Сводная частота раневых осложнений в зависимости от степени чистоты раны

Развитие некоторых раневых осложнений потребовало выполнения дополнительных манипуляций. Пункция серомы под контролем УЗИ была выполнена у 7 (2,8%) пациентов в КГ и у 3 (1,3%) в ОГ. Санация гематомы произведена в 2 (0,8%) и 1 (0,4%) случаях соответственно. Наложение адаптивных швов при частично расхождении краев раны потребовалось у 11 (4,5%) и 3 (1,3%) больных. При нагноении раны с расхождением краев вторичные швы (на более чем 1/3 от всей длины раны) наложены у 4 (1,6%) и 1 (0,4%) пациентов. Всего в КГ было выполнено 24 (9,8%) повторных манипуляции вследствие раневых осложнений, в ОГ это проведено в 8 (3,4%) случаях, соответственно без повторных инвазивных вмешательств было 222 (90,2%) и 227 (96,6%) пациентов ($\chi^2=7,808$; $DF=1$; $p=0,006$) (табл. 4.6).

Таблица 4.6

**Структура и частота выполненных инвазивных вмешательств для
лечения раневых осложнений**

| Раневое осложнение | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|---|---------------------------|-------|------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Пункция серомы | 7 | 2,8% | 3 | 1,3% |
| Санация гематомы | 2 | 0,8% | 1 | 0,4% |
| Адаптивные швы (после санации скоплений и расхождения швов) | 11 | 4,5% | 3 | 1,3% |
| Вторичные швы | 4 | 1,6% | 1 | 0,4% |
| Все инвазивные вмешательства | 24 | 9,8% | 8 | 3,4% |
| Без инвазивных вмешательств | 222 | 90,2% | 227 | 96,6% |
| χ^2 | 7,808; $DF=1$; $p=0,006$ | | | |

Несмотря на то, что проблемы с первичным заживлением ран имели место у ограниченного числа больных, необходимость в проведении дополнительных мероприятий повлияла на сроки выписки пациентов из стационара. Так, в сроки до 5 суток в КГ было выписано 55 (22,4%) пациентов,

а ОГ - 65 (27,7%), на 6-8 сутки выписано 113 (45,9%) и 143 (60,9%) больных соответственно, на 9-10 сутки - 69 (28,0%) и 25 (10,6%) пациентов. В свою очередь более 10 суток после операции в отделениях находилось 9 (3,7%) пациентов в КГ и 2 (0,9%) в ОГ ($\chi^2=29,163$; $DF=3$; $p<0,001$) (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Распределение больных по срокам выписки после операции

| Сроки выписки | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|----------------|----------------------------|--------|------------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| До 5 суток | 55 | 22,4% | 65 | 27,7% |
| 6-8 суток | 113 | 45,9% | 143 | 60,9% |
| 9-10 суток | 69 | 28,0% | 25 | 10,6% |
| Более 10 суток | 9 | 3,7% | 2 | 0,9% |
| Всего | 246 | 100,0% | 235 | 100,0% |
| χ^2 | 29,163; $DF=3$; $p<0,001$ | | | |

Несмотря на выписку пациентов в 42 (17,1%) случаях в КГ потребовалось дополнительное обращение для повторных осмотров раны с оценкой качества заживления, проведения перевязок и при необходимости дополнительных манипуляций. В ОГ этот показатель составил 6,1% (15 пациентов) (рис. 4.14).

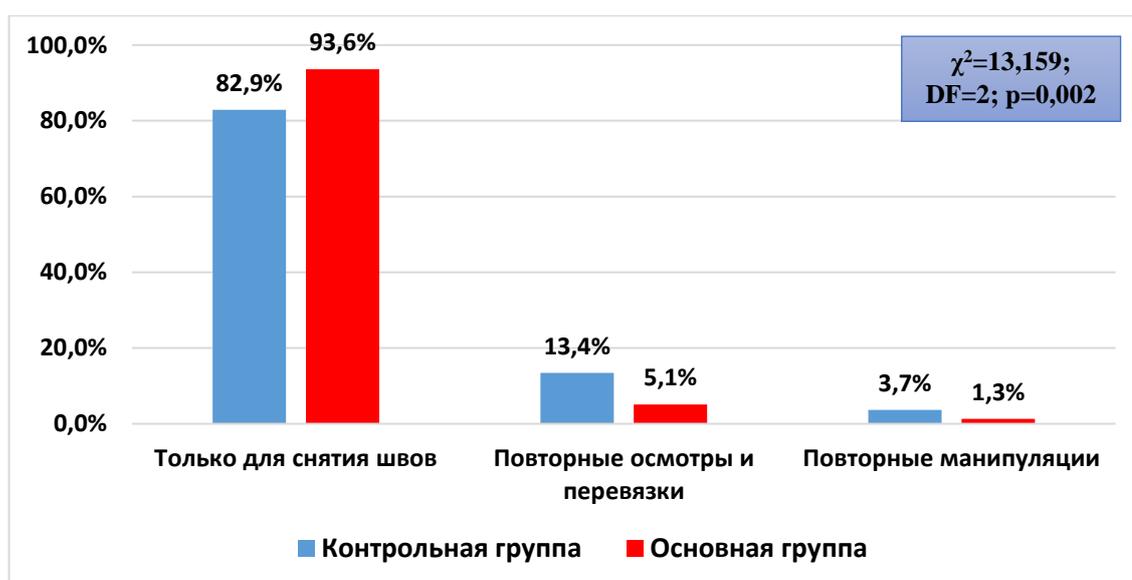
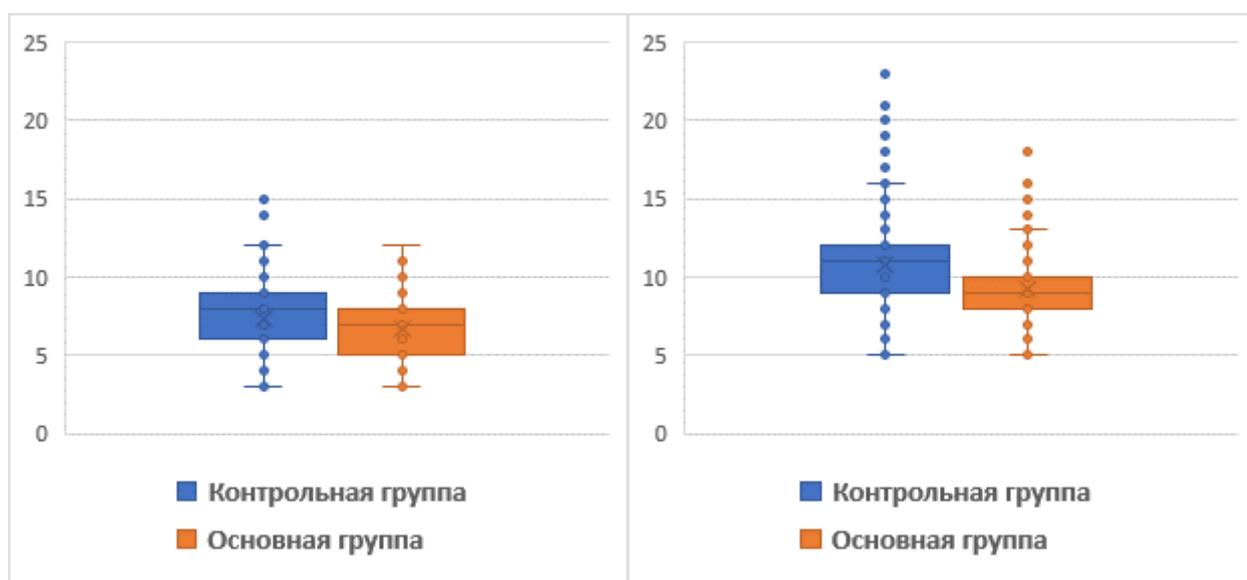


Рис. 4.14. Необходимость в дополнительных обращениях после выписки для повторных перевязок

В частности, в КГ 204 (82,9%) пациента повторно обращались только для снятия швов, дополнительные перевязки после выписки потребовались 33 (13,4%) пациентам. В 9 (3,7%) случаях производились дополнительные инвазивные вмешательства, включая 3 случая пункции сером и у 6 пациентов потребовалось наложение адаптивных или полноценных вторичных швов. В ОГ у 220 (93,6%) пациентов произведено только снятие швов, у 12 (5,1%) выполнялись перевязки, а повторные инвазивные манипуляции выполнены у 4 больных (наложение швов) ($\chi^2=13,159$; DF=2; $p=0,002$).

Анализ продолжительности госпитального послеоперационного этапа показал, что в КГ пациенты в среднем были выписаны на $7,4\pm 2,1$ сутки, а в ОГ на $6,7\pm 1,8$ сутки ($M\pm\delta$; $t=3,86$; $p < 0,05$). В свою очередь средние сроки снятия швов с раны, включая случаи затяжного заживления ран, составили $10,8\pm 2,7$ суток в КГ и $9,2\pm 2,3$ суток в ОГ ($t=6,58$; $p < 0,05$) (рис. 4.15).



| Показатель | КГ (n=246) | ОГ (n=235) | Статистическое различие | |
|-------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------|
| | M±δ (сутки) | M±δ (сутки) | t | p |
| К/д п/о | 7,4±2,1 | 6,7±1,8 | 3,86 | <0,05 |
| Сроки снятия швов | 10,8±2,7 | 9,2±2,3 | 6,58 | <0,05 |

Рис. 4.15. Средние показатели госпитальных койко-дней после операции и сроков до полного заживления ран (снятие всех швов)

Соответственно распределение пациентов по варианту заживления операционных ран показало, что в 216 (87,8%) случаях в КГ и у 226 (96,2%) пациентов в ОГ отмечено первичное натяжение раны, задержанное заживление было у 19 (7,7%) и 7 (3,0%) пациентов соответственно, вторичным натяжением раны зажили у 11 (4,5%) и 2 (0,9%) больных ($\chi^2=11,750$; DF=2; $p=0,003$) (рис. 4.16).

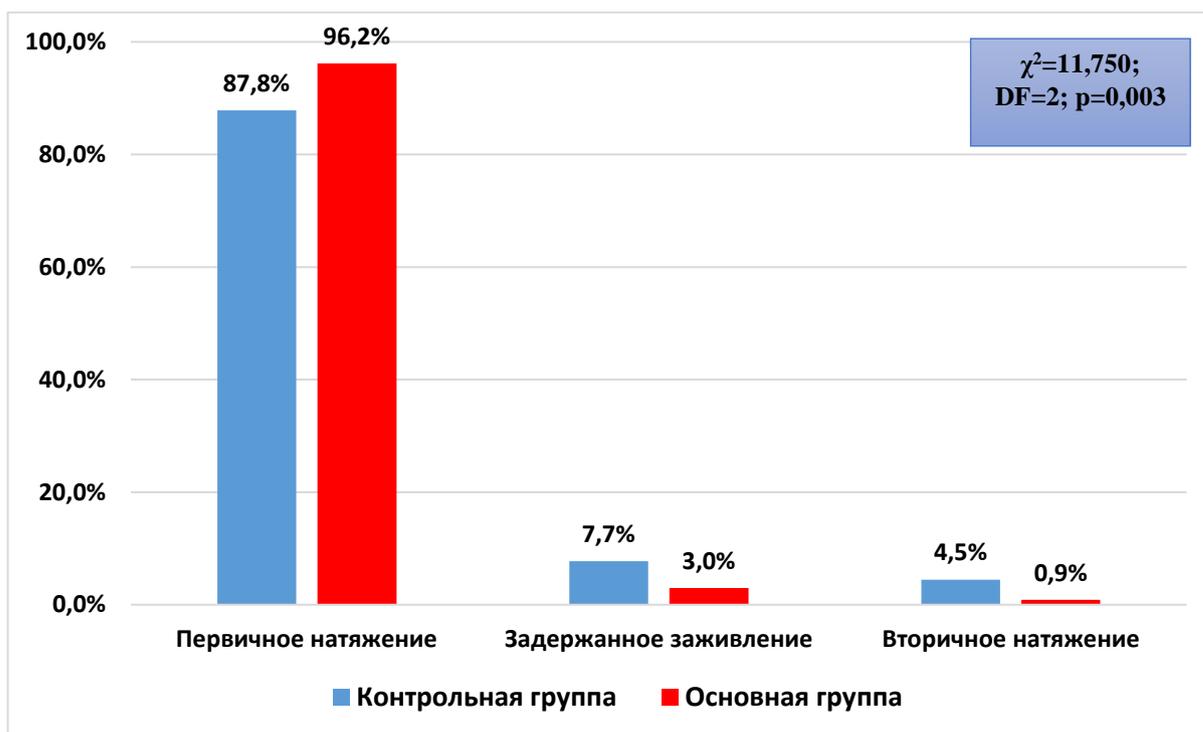


Рис. 4.16. Распределение пациентов по типу заживления операционных ран

Таким образом проведенные исследования показали, что оптимизация варианта шовного материала для ушивания операционных ран в абдоминальной хирургии с учетом степени чистоты операции, а также применение дополнительных рекомендаций для локального усиления регенеративных свойств позволили снизить интенсивность воспалительных процессов в ране, сократить частоту развития специфических осложнений, госпитальный послеоперационный этап ведения пациентов, а также улучшить качество и сроки заживления ран.

§4.3. Анализ отдаленных результатов

Отдаленный период изучен у всех пациентов в сроки от 6 до 18 месяцев. Для оценки результатов учитывались такие критерии как наличие отдаленных раневых осложнений и косметический эффект заживления. Негативным фактором явилось развитие вентральной грыжи и лигатурных свищей. В частности, в КГ лигатурный свищ отмечен у 7 (2,8%) пациентов, в ОГ у 2 (0,9%), вентральная грыжа развилась у 2 (0,8%) больных в КГ. Различные варианты формирования патологического рубца имели место у 32 (13,0%) пациентов в КГ и у 10 (4,3%) в ОГ. В свою очередь без указанных проблем было 205 (83,3%) и 223 (94,9%) пациента соответственно ($\chi^2=16,816$; $DF=3$; $p<0,001$) (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Структура и частота послеоперационных поздних раневых осложнений

| Раневое осложнение | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|----------------------|----------------------------|-------|------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Лигатурный свищ | 7 | 2,8% | 2 | 0,9% |
| Патологический рубец | 32 | 13,0% | 10 | 4,3% |
| Вентральная грыжа | 2 | 0,8% | 0 | 0,0% |
| Без осложнений | 205 | 83,3% | 223 | 94,9% |
| χ^2 | 16,816; $DF=3$; $p<0,001$ | | | |

Среди патологических рубцов наиболее часто развивались гипертрофические, частота которых в КГ составила 5,3% (у 13 пациентов), в ОГ - 1,7% (4 пациента). Расширение рубца в виде формирования широкой, но не выступающей выше уровня кожи рубцовой ткани отмечено у 11 (4,5%) и 4 (1,7%) пациентов соответственно. Атрофический (втянутый) рубец, который в основном имел место у пациентов с развитием ранних раневых осложнений верифицирован у 5 (2,0%) и 1 (0,4%) пациентов, в свою очередь келоид развился у 3 (1,2%) и 1 (0,4%) больных. Без патологического рубца (и без учета

лигатурных свище и грыж) всего было 205 (83,3%) пациентов в КГ и 223 (94,9%) в ОГ ($\chi^2=12,422$; $DF=4$; $p=0,015$) (табл. 4.9). В целом, распределение пациентов по варианту отдаленного осложнения со стороны послеоперационного рубца показало, что косметический дефект имел место в 32 (13,0%) случаях в КГ и у 10 (4,3%) пациентов в ОГ, локальное инфекционное или хирургическое осложнение, требующее проведения дополнительных мероприятий верифицировано у 9 (3,7%) и 2 (0,9%) пациентов, причем у 2 пациентов в КГ потребовалось оперативное лечение в случаях формирования послеоперационной вентральной грыжи. Без осложнений было 205 (83,3%) пациентов в КГ и 223 (94,9%) в ОГ ($\chi^2=16,492$; $DF=2$; $p<0,001$) (рис. 4.17).

Таблица 4.9

Структура и частота формирования патологических рубцов

| Вид рубца | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|---------------------------|----------------------------|-------|------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Гипертрофический рубец | 13 | 5,3% | 4 | 1,7% |
| Расширение рубца | 11 | 4,5% | 4 | 1,7% |
| Атрофический рубец | 5 | 2,0% | 1 | 0,4% |
| Келоидный рубец | 3 | 1,2% | 1 | 0,4% |
| Без патологического рубца | 205 | 83,3% | 223 | 94,9% |
| χ^2 | 12,422; $DF=4$; $p=0,015$ | | | |

Примечание: в группах приведены показатели без учета сформированных свищей и послеоперационных грыж

Следует отметить, что при анализе результатов качества заживления операционных ран обращали внимание не только на внешний вид и целостность тканей. Все пациенты опрашивались с целью выявления частоты каких-либо локальных жалоб со стороны послеоперационного рубца. В частности, среди жалоб наиболее часто пациенты отмечали не только характер сформированного рубца, но и такие проявления как боли в области рубца, зуд, тянущие неприятные ощущения.

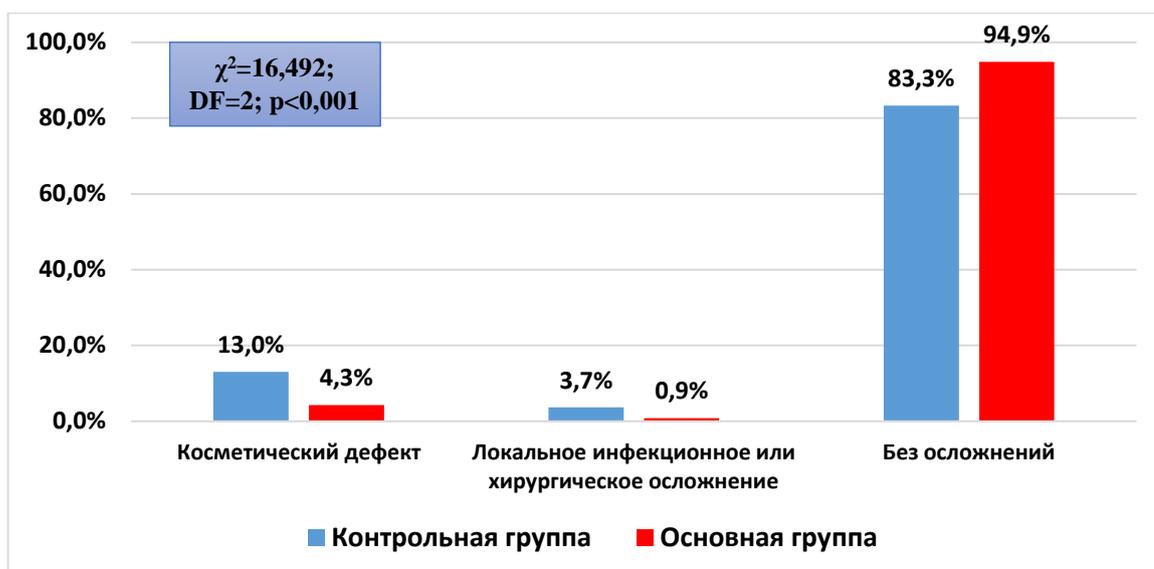


Рис. 4.17. Распределение больных по частоте косметических и локальных инфекционно-хирургических послеоперационных поздних раневых осложнений

При этом только клинические проявления без жалоб на характер рубца отметили 48 (19,5%) пациентов в КГ и 26 (11,1%) пациентов в ОГ. Только косметические отклонения без клинических проявлений отметили 19 (7,7%) и 5 (2,1%) пациентов соответственно. Сочетание клинических и косметических жалоб имело место в 22 (8,9%) и 7 (3,0%) случаях. В целом, без жалоб и осложнений было 157 (63,8%) и 197 (83,8%) больных ($\chi^2=26,748$; $DF=3$; $p<0,001$) (табл. 4.10).

Таблица 4.10

Сочетание клинических жалоб, косметических и локальных инфекционно-хирургических осложнений со стороны послеоперационных рубцов

| Раневое осложнение | КГ (n=246) | | ОГ (n=235) | |
|---|-----------------------|-------|------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| Только клинические проявления | 48 | 19,5% | 26 | 11,1% |
| Только косметические отклонения | 19 | 7,7% | 5 | 2,1% |
| Сочетание клинических и косметических жалоб | 22 | 8,9% | 7 | 3,0% |
| Без жалоб и осложнений | 157 | 63,8% | 197 | 83,8% |
| χ^2 | 26,748; DF=3; p<0,001 | | | |

Случаи с развитием лигатурных свищей разрешились после длительного наблюдения в динамике с периодическими осмотрами. Так, все 7 случаев в КГ и в обоих случаях в ОГ причиной отхождения лигатур явилась реакция на шовный материал – капрон (5) и шелк (4). В процессе лечения было извлечено или самостоятельно отошло от 3 до 12 швов с апоневроза. Длительность этого процесса колебалась от 3 до 15 месяцев. При этом все проведенные мероприятия позволили избежать в этих случаях формирования послеоперационной вентральной грыжи. С учетом вышеуказанного для окончательной оценки результатов заживления операционных ран были сформированы следующие критерии:

Хороший результат – заживление ран путем первичного натяжения, отсутствие в отдаленном периоде любых осложнений, включая косметические, отсутствие клинических жалоб со стороны послеоперационного рубца;

Удовлетворительный результат – заживление ран путем отсроченного или вторичного натяжения, отсутствие в отдаленном периоде локальных инфекционных или хирургических осложнений, наличие косметического дефекта сформированного рубца, за исключением случаев с келоидными рубцами, наличие каких-либо клинических жалоб со стороны рубца;

Неудовлетворительный результат – все случаи формирования лигатурных свищей, послеоперационной вентральной грыжи, а также выраженный косметический дефект в виде келоидного рубца.

Проведенные исследования показали, что хороший результат был получен у 157 (63,8%) пациентов в КГ и в 197 (83,8%) случаях в ОГ, удовлетворительный в 77 (31,3%) и 35 (14,9%) и неудовлетворительный у 12 (4,9%) и 3 (1,3%) пациентов соответственно ($\chi^2=25,432$; $DF=2$; $p<0,001$) (рис. 4.18).

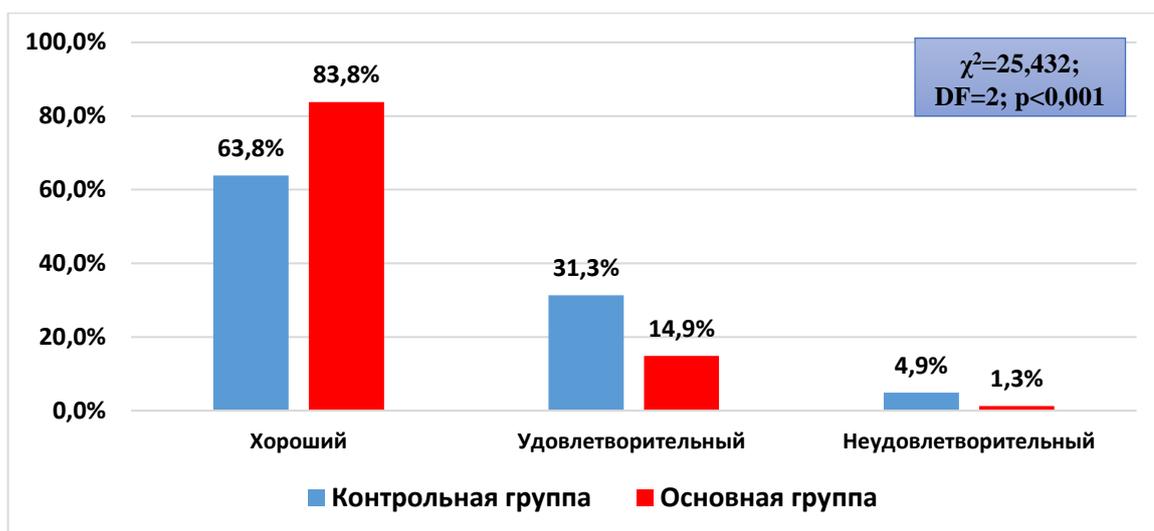


Рис. 4.18. Сводное распределение пациентов по результату формирования послеоперационного рубца

Если учитывать исходную степень чистоты операции, то в отдаленном периоде результаты заживления ран распределились следующим образом. При чистых операциях в КГ хороший результат был получен у 59 (88,1%) пациентов, удовлетворительный у 8 (11,9%), в ОГ эти показатели составили 94,4% (51 пациент) и 5,6% (3 пациента). При условно чистых операциях хороший результат был получен в КГ у 65 (73,9%) пациентов, удовлетворительный у 21 (23,9%) и неудовлетворительный у 2 (2,3%) больных, в ОГ эти показатели составили 90,4% (75 пациентов), 9,6% (8 пациентов), неудовлетворительных не было ($\chi^2=8,403$; $DF=2$; $p=0,015$) (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Распределение пациентов по результату формирования послеоперационного рубца в зависимости от степени чистоты раны

| Результат | Чистые | | Условно чистые | | Загрязненные | | Грязные | |
|----------------------|------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|---------|-------|
| | КГ (n=246) | | | | | | | |
| | n=67 | | n=88 | | n=54 | | n=37 | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| Хороший | 59 | 88,1% | 65 | 73,9% | 24 | 44,4% | 9 | 24,3% |
| Удовлетворительный | 8 | 11,9% | 21 | 23,9% | 26 | 48,1% | 22 | 59,5% |
| Неудовлетворительный | 0 | 0,0% | 2 | 2,3% | 4 | 7,4% | 6 | 16,2% |
| Результат | ОГ (n=235) | | | | | | | |
| | n=54 | | n=83 | | n=59 | | n=39 | |
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |

| | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| Хороший | 51 | 94,4% | 75 | 90,4% | 46 | 78,0% | 25 | 64,1% |
| Удовлетворительный | 3 | 5,6% | 8 | 9,6% | 12 | 20,3% | 12 | 30,8% |
| Неудовлетворительный | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 1,7% | 2 | 5,1% |
| χ^2 | 1,475; DF=1; p=0,225 | | 8,403; DF=2; p=0,015 | | 13,678; DF=2; p=0,002 | | 12,427; DF=2; p=0,003 | |

При загрязненных вмешательствах хороший результат был получен в КГ у 24 (44,4%) пациентов, удовлетворительный у 26 (48,1%) и неудовлетворительный у 4 (7,4%) больных, в ОГ эти показатели составили 78% (46 пациентов), 20,3% (12 пациентов) и 1,7% (1 пациент) ($\chi^2=13,678$; DF=2; p=0,002). При грязных вмешательствах хороший результат был получен в КГ только у 9 (24,3%) пациентов, удовлетворительный у 22 (59,5%) и неудовлетворительный у 6 (16,2%) больных, в ОГ эти показатели составили 64,1% (25 пациентов), 30,8% (12 пациентов) и 5,1% (2 пациента) ($\chi^2=12,427$; DF=2; p=0,003) (табл. 4.11). Сводное распределение результатов заживления операционных ран показало, что при исходно чистых и условно-чистых вмешательствах хороший результат был получен в 124 (80,0%) случаях в КГ и у 126 (92,0%) пациентов в ОГ, удовлетворительный результат составил - 29 (18,7%) и 11 (8,0%) случаев, неудовлетворительный верифицирован у 2 (1,3%) пациентов в КГ ($\chi^2=9,041$; DF=2; p=0,011). При загрязненных и грязных операциях хороший результат отмечен у 33 (36,3%) и 71 (72,4%) пациентов соответственно, удовлетворительный в 48 (52,7%) и 24 (24,5%) случаях, а неудовлетворительный у 10 (11,0%) и 3 (3,1%) пациентов ($\chi^2=25,429$; DF=2; p<0,001) (рис. 4.19).

Таким образом, в отдаленный период также отмечено снижение доли развития осложнений со стороны формирования послеоперационного рубца. При этом существенно снизилась вероятность формирования лигатурных свищей с необходимостью длительного лечения до полного отхождения лигатур, а также патологических рубцов, что в целом обеспечило существенный прирост доли хороших и удовлетворительных отдаленных результатов.

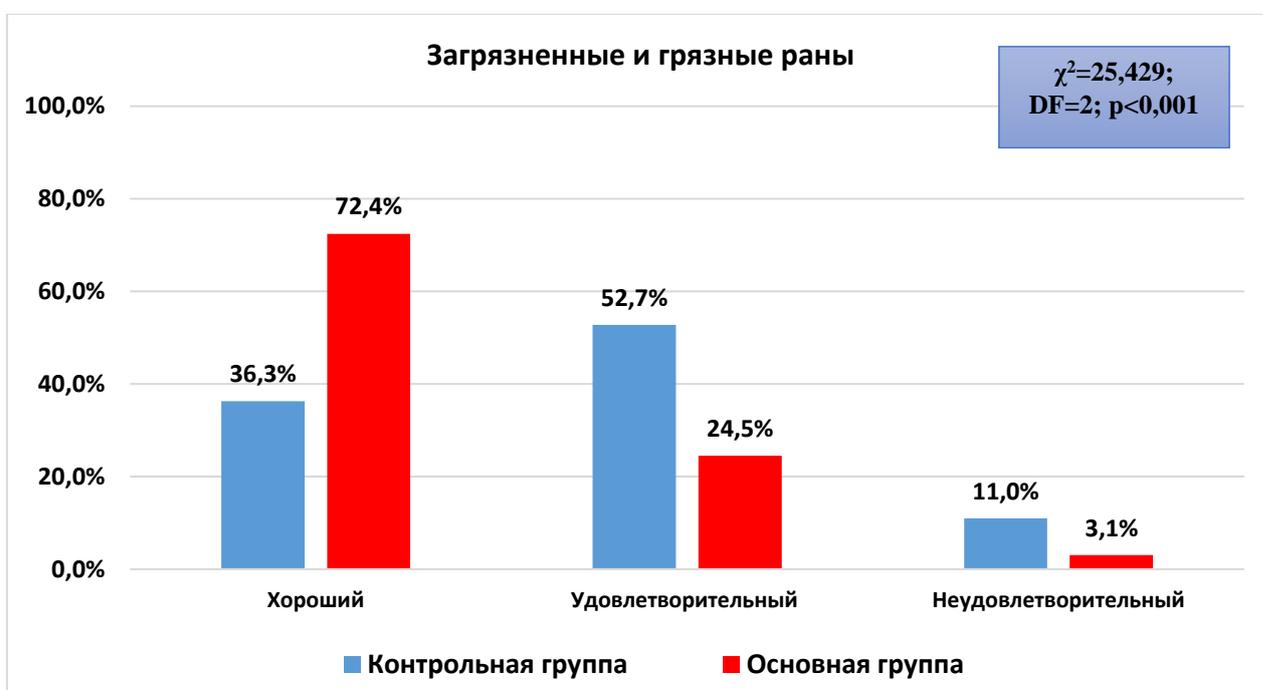
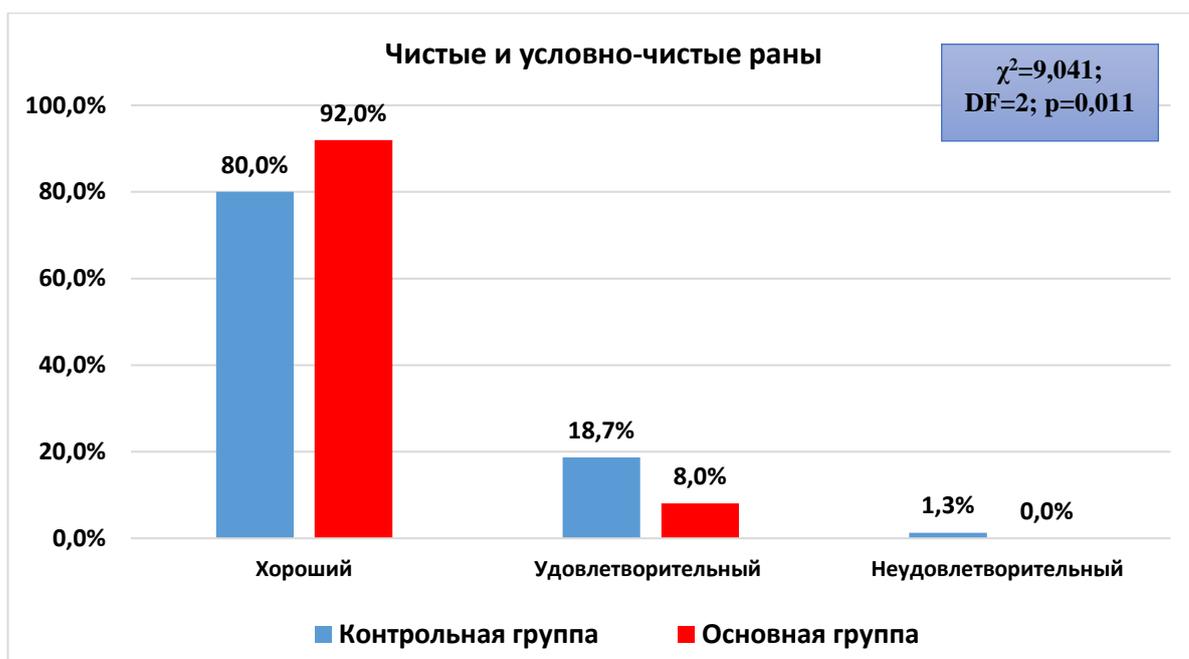


Рис. 4.19. Сводное распределение результатов в зависимости от степени чистоты раны

Резюме

Таким образом, поставленная задача в плане улучшения качества заживления послеоперационных ран решена за счет следующих критериев: минимизация риска развития раневых осложнений с потенциальной оптимизацией экономических затрат на шовный материал, снижение

активности воспалительных проявлений в ответ на операционную травму и улучшение процессов регенерации, стимуляция процессов регенерации во всех слоях операционной раны, существенное снижение риска развития локальных ранних неинфекционных и инфекционных осложнений, сокращение периода послеоперационной реабилитации, улучшение отдаленных косметических и функциональных результатов.

Проведенные исследования в ближайший послеоперационный период показали, что оптимизация использования шовного материала для ушивания операционных ран в абдоминальной хирургии с учетом степени чистоты операции, а также применение дополнительных рекомендаций для локального усиления регенеративных свойств позволили снизить активность раневого воспалительного процесса в ответ как на вмешательство, так и на имплантированный шовный материал. В частности, пик повышения локальной температуры в области раны пришелся на 3 сутки, при этом в КГ этот показатель оказался достоверно выше - $37,8 \pm 0,7$, тогда в ОГ - $37,2 \pm 0,7$ °C ($t=7,08$; $p < 0,05$), в последующим на 4 и 5 сутки значения также были ниже в ОГ. Другим специфическим признаком менее интенсивного воспалительного процесса в ранах стала интенсивность болевого синдрома, оцененная по ВАШ. Если через сутки после операции эти показатели не отличались, то в дальнейшем начиная со вторых суток интенсивность боли оказалась меньше в ОГ, составив $5,2 \pm 1,2$ против $4,5 \pm 1,3$ баллов соответственно ($t=4,57$; $p < 0,05$), на 4 сутки - $3,9 \pm 1,2$ против $3,4 \pm 1,2$ балла ($t=3,45$; $p < 0,05$) и на 6 сутки после операции - $3,1 \pm 0,9$ против $2,5 \pm 0,7$ балла ($t=5,84$; $p < 0,05$).

Анализ частоты развития раневых осложнений показал, что в зависимости от степени чистоты операции в КГ при чистых и условно-чистых вмешательствах доля развития раневых осложнений составила 7,7%, а в ОГ - 2,2% ($\chi^2=4,600$; $DF=1$; $p=0,032$), при загрязненных и грязных операциях этот показатель составил 29,7% против 9,2% ($\chi^2=14,646$; $DF=1$; $p < 0,001$), в целом по группам частота осложнений составила 15,9% и 5,1% ($\chi^2=14,646$; $DF=1$; $p < 0,001$). Развитие раневых осложнений потребовало выполнения

дополнительных манипуляций в КГ у 9,8% пациентов, в ОГ в 3,4% случаях ($\chi^2=7,808$; $DF=1$; $p=0,006$).

Анализ продолжительности госпитального послеоперационного этапа показал, что предложенные рекомендации позволили сократить эти сроки с $7,4\pm 2,1$ до $6,7\pm 1,8$ суток ($t=3,86$; $p < 0,05$), в свою очередь средние сроки заживления ран также уменьшились с $10,8\pm 2,7$ до $9,2\pm 2,3$ суток ($t=6,58$; $p < 0,05$), при этом в 87,8% случаях в КГ и у 96,2% пациентов в ОГ раны зажили первичным натяжением, задержанное заживление было в 7,7% и 3,0% случаев соответственно, вторичное натяжение у 4,5% и 0,9% больных ($\chi^2=11,750$; $DF=2$; $p=0,003$).

Исследование в отдаленный период показало, что со стороны формирования послеоперационного рубца различные косметические дефекты (гипертрофические, атрофические, келоидные рубцы, а также расширение рубца) имели место в 13,0% случаев в КГ и 4,3% пациентов в ОГ, лигатурный свищ развился у 2,8% и 0,9% пациентов соответственно, вентральная грыжа в 0,8% случаев в КГ, без осложнений было 83,3% и 94,9% пациентов ($\chi^2=16,492$; $DF=2$; $p < 0,001$).

В свою очередь только клинические проявления без жалоб на характер рубца было 19,5% пациентов в КГ и 11,1% пациентов в ОГ, только косметические отклонения без клинических проявлений отметили 7,7% и 2,1% пациентов соответственно, сочетание клинических и косметических жалоб имело место в 8,9% и 3,0% случаев, а в целом, без жалоб и осложнений было 63,8% и 83,8% больных ($\chi^2=26,748$; $DF=3$; $p < 0,001$).

Сводное распределение результатов заживления операционных ран показало, что при исходно чистых и условно-чистых вмешательствах хороший результат был получен в 80,0% случаев в КГ и у 92,0% пациентов в ОГ, удовлетворительный результат составил - 18,7% и 8,0%, неудовлетворительный верифицирован у 1,3% пациентов в КГ ($\chi^2=9,041$; $DF=2$; $p=0,011$). При загрязненных и грязных операциях хороший результат отмечен у 36,3% и 72,4% пациентов, удовлетворительный в 52,7% и 24,5%

случаев, а неудовлетворительный у 11,0% и 3,1% ($\chi^2=25,429$; $DF=2$; $p<0,001$). В целом проведенные исследования показали, что хороший результат был получен у 63,8% пациентов в КГ и в 83,8% случаев в ОГ, удовлетворительный составил - 31,3% и 14,9% и неудовлетворительный - 4,9% и 1,3% ($\chi^2=25,432$; $DF=2$; $p<0,001$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для соединения тканей в различные периоды развития медицины использовали самые разнообразные биологические и искусственные материалы. В настоящее время все большее число хирургов отдает предпочтение современным синтетическим шовным материалам, отказываясь от применения в повседневной практической работе традиционного Шелка и Кетгута, которые имеют ряд недостатков: высокая реактогенность, аллергизирующее действие, трудно предсказуемые сроки рассасывания.

Современный шовный материал при всех его потенциальных преимуществах, также, в зависимости от типа нити, должен соответствовать таким критериям как степень манипулятивных свойств (удобство использования), эластичность нитей, эффект памяти, прочность самой нити и узла, биосовместимость, фитильность, биодegradация. Важным фактором применения различных нитей в хирургии является их доступность, то есть стоимость. Фактор экономической совместимости с качеством шовного материала играет большое значение для стран, где особенно в условиях ургентной хирургии, выбор варианта нитей может быть ограниченным. Во многих странах продолжают применяться нити с более низким критерием в отношении качества, но отличающиеся невысокой стоимостью (капрон, шелк, кетгут), либо недорогие аналоги современных брендовых нитей, которые также отличаются потенциально неполноценным соответствием требованиям к шовному материалу. Соответственно, как в плане экономической эффективности, так и в отношении поиска вариантов снижения риска развития раневых осложнений возникает необходимость продолжения научных исследований в аспекте оптимизации выбора шовного материала для ушивания операционных ран, а также оценки возможности применения дополнительных интра- и послеоперационных мер, которые в целом

позволили бы обеспечить улучшение качества заживления ран без существенного роста затрат на их применение.

В рамках проспективного исследования проведен анализ особенностей применения различных шовных материалов при ушивании операционных ран в абдоминальной хирургии и оценка результатов внедрения новой методики усиления локальных антисептических, противовоспалительных и регенеративных свойств. Исследование направлено на снижение потенциального риска развития раневых осложнений, связанных с примененным шовным материалом при ушивании мышечно-апоневротического слоя и кожи, и внедренным способом локального воздействия на операционную рану. Исследование проведено в двух направлениях – экспериментально-морфологическое и клиническое. Первая часть включала оценку особенностей реакции тканей на имплантированный шовный материал, задачей которого стала оптимизация выбора варианта ушивания операционной раны. Далее на основе результатов этого анализа задачей исследования послужила разработка четких рекомендаций для применения шовного материала при ушивании операционных ран, которые учитывают и вид используемых нитей, и степень чистоты операции (чистые, условно-чистые, загрязненные и грязные операции). При этом в качестве дополнительных мер по профилактике развития раневых осложнений в исследовании применен способ обработки ран во время ушивания и в ранний послеоперационный период, основанный на применении фотодинамического эффекта за счет воздействия на рану метиленовой сини и излучения фотонных матриц в красном и инфракрасном спектрах. Результаты этого анализа составили клиническую часть исследования.

Всего в исследование включен 481 пациент, которым в 1-м хирургическом отделении клиники АГМИ и в отделении хирургии Андиганского областного многопрофильного медицинского центра за 2020-2023 гг. выполнены различные абдоминальные вмешательства в условиях

экстренной и плановой хирургии. В основную группу включено 235 пациентов, у которых операционные раны ушивались с учетом верифицированных особенностей реакции тканей на шовный материал, а также был применен предложенный метод локального усиления регенеративных свойств. Контрольная группа включала 246 пациентов, у которых раны ушивались по традиционным подходам в указанных клиниках.

По классификации ВОЗ наибольшее число больных было в возрастной группе 40-49 лет. Мужчин в контрольной группе (КГ) было 103 (41,9%), женщин - 143 (58,1%), в ОГ – 99 (42,1%) и 136 (57,9%) соответственно. Средний возраст составил $44,2 \pm 2,6$ лет.

Все пациенты были оперированы, при этом в плановом порядке различные вмешательства были выполнены у 204 (42,4%) больных, экстренные у 277 (57,6%), показатели по группам были сопоставимыми (табл. 2.2). Обе группы представлены пациентами с односторонней экстренной и плановой абдоминальной патологией (табл. 2.3). В КГ 18 (7,3%) больных были оперированы с острым аппендицитом, в ОГ – 20 (8,5%). По поводу острого холецистита традиционно оперировано 39 (15,9%) и 31 (13,2%) пациентов соответственно. У 26 (10,6%) и 27 (11,5%) пациентов была перфоративная язва желудка или ДПК. Варианты герниопластики без использования сетчатого протеза имели место у 28 (11,4%) и 32 (13,6%). В 51 (20,7%) и 53 (22,6%) случаях пациенты были оперированы по поводу кишечной непроходимости. Операции при остром панкреатите выполнены у 16 (6,5%) и 14 (6,0%) пациентов. Резекция желудка в связи с декомпенсированным пилостенозом произведена у 16 (6,5%) и 14 (6,0%) больных, эхинококкэктомия из печени и (или) других органов брюшной полости - 36 (14,6%) и 32 (13,6%) пациента. Среди других операций были вмешательства по поводу внутрибрюшных кровотечений, апоплексии яичника и т.д.

Для более качественного анализа в исследовании заживление послеоперационных ран изучено с учетом степени чистоты хирургического

вмешательства. Все операции по рекомендованным критериям по степени чистоты разделили на 4 категории: Чистые хирургические вмешательства - плановые операции без вскрытия просвета полого органа; Условно-чистые хирургические вмешательства – интраоперационно имело место вскрытие просвета полого органа; Загрязненные хирургические вмешательства - при неминуемом попадании содержимого полых органов в рану; Грязные, или первично - инфицированные (перитонит, абсцессы, флегмоны, гнойный свищ и т.д.). Чистые операции имели место у 67 (27,2%) пациентов в КГ и у 54 (23,0%) в ОГ, условно чистые были у 88 (35,8%) и 83 (35,3%) пациентов соответственно, загрязненные у 54 (22,0%) и 59 (25,1%), и грязные в 37 (15,0%) и 39 (16,6%) случаях.

В исследование проведено изучение заживления ран при использовании наиболее часто применяемого в нашей стране шовного материала: капрон, шелк, полипропилен, плетеный полиэстер. Примененный шовный материал при ушивании мышечно-апоневротического слоя при чистых и условно чистых операциях: капрон, шелк в 112 (45,5%) случаях в КГ и у 88 (37,4%) пациентов в ОГ; Полипропилен - 39 (15,9%) и 38 (16,2%) случаев; Плетеный полиэстер - 4 (1,6%) и 11 (4,7%). При загрязненных и грязных операциях: капрон, шелк - 60 (24,4%) в КГ; Полипропилен - 22 (8,9%) в КГ и 84 (35,7%) в ОГ; Плетеный полиэстер - 9 (3,7%) и 14 (6,0%). Примененный шовный материал при ушивании кожи при чистых и условно чистых операциях: капрон, шелк в 134 (54,5%) случаях в КГ и у 60 (25,5%) пациентов в ОГ; Полипропилен - 21 (8,5%) и 77 (32,8%) случаев. При загрязненных и грязных операциях: капрон, шелк - 65 (26,4%) в КГ; Полипропилен - 26 (10,6%) в КГ и 98 (41,7%) в ОГ.

В послеоперационном периоде все пациенты получали необходимый комплекс обезболивающей, антибактериальной, инфузионной терапии. По показаниям проводилось лечение сопутствующих, заболеваний. В динамике наблюдали за общим состоянием больных, особое внимание уделяли

исследованию операционной раны (ежедневные перевязки с визуальным и пальпаторным контролем).

Экспериментальные и морфологические исследования были проведены за период 2019-2021 гг в экспериментальной лаборатории АГМИ. Эксперимент проводился на крысах-самцах 2-3-месячного возраста с массой 200-220 граммов. Животных не кормили за один день до эксперимента, обеспечивая при этом доступ к воде. В день эксперимента крысам вводили легкий ингаляционный наркоз (изофлуран) и фиксировали брюшной стенкой вниз в операционное поле.

Создание раны. Под общей анестезией парами изофлюорана производится разрез кожи с подкожной клетчаткой по средней линии от мечевидного отростка до лонного сочленения (возможно проведение ограниченного разреза длиной до 3 см по средней линии). Далее под оптическим увеличением $\times 2$ производится изолированное рассечение апоневроза белой линии живота на расстоянии до 4 см от мечевидного отростка до лонного сочленения. Мышечные и кожные лоскуты ушивали с использованием различных типов хирургических нитей. В первой группе рану обрабатывали 70% раствором этилового спирта, во второй группе - метиловым синим (водный раствор 1%), а также проводилась светодиодная терапия. Облучение раны проводилось с использованием фотонной матрицы Коробова «Барва-Флекс/КИК» в течение 3 дней по 3 минуты в день. Применяли максимальное приближение на поврежденную поверхность кожи.

Изучены зашитые раны в последовательности биологических слоев, созданных в эксперименте, и хирургические нити, широко используемые сегодня в хирургической практике, разделенные на следующие группы и образцы: Апоневроз (Пролен №2, Шелк №4-5, Капрон №4-5); Подкожная клетчатка (Викрил №3, Кетгут №4-5, Шелк №4-5); Кожа (Пролен №3-4, Шелк №4-5, Капрон №3). Каждую группу нитей сравнивали между собой, оценивая такие параметры, как прочность шва, реакция ткани и риск инфицирования.

Также проводилась оценка эффекта использования метилового синего в качестве фототерапии, чтобы определить его влияние на заживление ран и состояние тканей. Морфологическое исследование включало визуальную и гистологическую оценку операционных ран. Раны оценивали на 1, 3, 5, 7 и 10 сутки после операции. Внимание уделялось степени воспаления, наличию или отсутствию инфильтрации, образованию грануляционной ткани и эпителизации.

Проведенные морфологические исследования показали следующие результаты:

Раны, обработанные метиленовым синим в сочетании с фототерапией, показали более благоприятные результаты, чем раны, обработанные 70% раствором этилового спирта: метиленовый синий (МС) обладает антисептическими, антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, что способствовало улучшению процессов заживления. В сочетании с фототерапией, которая усиливает антимикробное действие МС и стимулирует регенерацию тканей, наблюдалось значительное снижение воспалительных реакций и ускорение формирования грануляционной ткани и эпителизации. Это указывает на синергетический эффект комбинации метилового синего и фототерапии, что делает этот метод более эффективным по сравнению с традиционным использованием этилового спирта, который обладает только антисептическим действием.

Пролен и Капрон показали лучшие результаты в обработанных метиловым синим ранах, демонстрируя умеренные воспалительные реакции и быстрое заживление: синтетические монофиламентные нити Пролен и Капрон характеризуются высокой биосовместимостью и минимальной реакцией тканей на инородное тело. Гистологические исследования показали, что использование этих нитей в сочетании с метиловым синим и фототерапией значительно снижает уровень воспаления в первые сутки после операции. В зонах применения этих нитей наблюдалась активная миграция нейтрофилов и

макрофагов, что указывает на контроль воспалительного процесса и стимуляцию заживления. К третьему дню началось активное формирование грануляционной ткани, что свидетельствует о начале ангиогенеза и пролиферации фибробластов. На пятые сутки грануляционная ткань достигала зрелости, сопровождаясь началом эпителизации, а к десятому дню отмечалась завершённая эпителизация и формирование зрелой рубцовой ткани с организованной коллагеновой матрицей. Эти результаты подтверждают высокую эффективность Пролена и Капрона для ушивания ран, особенно в сочетании с метиловым синим и фототерапией. Однако, следует отметить, что по полученным морфологическим данным капрон, все- же, уступает пролену по безопасности применения, так как имела место краткосрочная воспалительная реакция. Соответственно в условиях контаминированных ран применение капрона может увеличить риск развития раневых осложнений.

Викрил показал лучшие результаты среди нитей, обработанных метиловым синим, с минимальными воспалительными реакциями и быстрым заживлением. Викрил - это синтетическая рассасывающаяся нить из полигликолитовой кислоты, которая вызывает минимальные воспалительные реакции. Гистологические исследования показали, что при использовании Викрила в сочетании с метиловым синим и фототерапией наблюдалось минимальное воспаление в первые сутки после операции, что подтверждается незначительной инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами. К третьему дню отмечалось активное формирование грануляционной ткани с выраженной капиллярной сетью и миграцией фибробластов. На пятые сутки грануляционная ткань достигала зрелости, с плотной коллагеновой матрицей и активным сокращением раны. Эпителизация завершалась к седьмым суткам, с формированием качественной рубцовой ткани к десятому дню. Эти результаты свидетельствуют о высокой эффективности Викрила для ушивания ран, особенно в сочетании с метиловым синим и фототерапией.

Шелк вызывал значительное воспаление и медленное заживление независимо от использованного раствора, что ограничивает его применение. Шелк - это натуральная многониточная нить, обладающая высокой прочностью и гибкостью, но вызывающая значительные воспалительные реакции. Гистологические исследования показали, что шелк вызывает выраженное воспаление, характеризующееся инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами, а также обширными участками некроза в зоне шва. Формирование грануляционной ткани замедлено и начинается лишь к пятому дню, что свидетельствует о задержке в ангиогенезе и пролиферации фибробластов. Грануляционная ткань остается менее зрелой по сравнению с синтетическими нитями, а эпителизация задерживается до десятого дня, с неполной организацией коллагеновых волокон и наличием воспалительного инфильтрата. Эти результаты показывают, что шелк вызывает сильный иммунный ответ и замедленное заживление, что ограничивает его применение в клинической практике.

Светодиодная терапия с использованием фотонных матриц «Барва-Флекс/КИК» способствовала ускорению заживления кожно-мышечных ран, снижая воспаление и способствуя более быстрому формированию грануляционной ткани и эпителизации. Светодиодная терапия, применяемая в сочетании с метиловым синим, показала выраженный эффект на снижение воспаления и ускорение заживления ран. Фотонные матрицы «Барва-Флекс/КИК» стимулировали ангиогенез и пролиферацию клеток, что подтверждено гистологическими исследованиями, показывающими активное формирование грануляционной ткани и быстрое покрытие раневой поверхности новым эпидермисом. Фототерапия усиливает эффект метиленового синего, обеспечивая дополнительную активацию биохимических процессов в тканях и улучшая микроциркуляцию. Это способствует ускоренному заживлению ран, снижению воспалительных реакций и улучшению качества рубцовой ткани.

Таким образом, результаты морфологического исследования продемонстрировали, что использование метиленового синего в сочетании с фототерапией является более эффективным методом ускорения репарации кожно-мышечных линейных ран по сравнению с использованием этилового спирта. Применение синтетических нитей Пролен, а также рассасывающегося Викирила показало наилучшие результаты при обработке метиловым синим, минимизируя воспалительные реакции и ускоряя процессы заживления. Шелк, несмотря на его прочность, вызвал значительное воспаление и замедленное заживление, что ограничивает его клиническое применение. Капрон показал промежуточные результаты, но при этом реакция на его применение была существенно меньшей, чем на шелк.

Согласно заключению нашего исследования, различные хирургические нити имеют свои преимущества и недостатки в зависимости от их биосовместимости, воспалительных реакций и особенностей заживления тканей. В частности:

- Пролен и Капрон являются предпочтительными для ушивания апоневроза и кожи благодаря своим умеренным воспалительным реакциям и быстрому заживлению. При этом более биосовместимым является пролен, так как на капрон была отмечена более продолжительная локальная воспалительная реакция.
- Викирил является оптимальным выбором для ушивания подкожной клетчатки благодаря минимальным воспалительным реакциям и быстрому заживлению.
- Кетгут является хорошим выбором для ушивания подкожной клетчатки, хотя следует учитывать более высокий риск инфицирования при его использовании.
- Шелк вызывает значительное воспаление и медленное заживление, что ограничивает его применение.

Светодиодная терапия с матрицами «Барва-Флекс/КИК» значительно ускоряет заживление и снижает воспаление, подтверждая ее эффективность в комбинированной терапии ран. Эти данные подчеркивают важность выбора подходящих материалов и методов для оптимального заживления ран и открывают новые перспективы для использования комбинированной терапии в клинической практике.

Проведенные экспериментально-морфологические исследования позволили оптимизировать варианты ушивания операционных ран и предложить дополнительные мероприятия по предупреждению развития раневых осложнений.

Поставленная задача решена тем, что в способе ушивания операционных ран и профилактики развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии в зависимости от степени чистоты оперативного вмешательства, включающем выполнение стандартных этапов оперативного пособия и послойного закрытия раны, включая брюшину (при возможности), мышечно-апоневротический слой, подкожную клетчатку (при необходимости) и кожу, применение лечебно-профилактических мер для снижения риска развития раневых осложнений, после выполнения стандартных этапов оперативного пособия послойное закрытие раны проводят с учетом чистоты оперативного вмешательства выбором доступного типа хирургической нити, а именно: брюшину и подкожно жировую клетчатку ушивают рассасывающимися нитями (викрил), при чистых или условно-чистых вариантах оперативного вмешательства мышечно-апоневротический слой ушивают нерассасывающимся шовным материалом, непрерывно (полипропилен 1-2/0, плетеный полиэстер 2-0), либо узловыми швами нитью капрон или шелк (4-0 или 5-0), кожу ушивают (некосметические швы) узловыми швами полипропиленовой нитью (4-5/0), либо нитью капрон или шелк (3-0); при загрязненных или грязных вариантах оперативного вмешательства применяют узловые швы на мышечно-апоневротический слой (полипропилен 1-2/0,

плетеный полиэстер 2-0), далее, в качестве лечебно-профилактических мер для снижения риска развития раневых осложнений, проводят обработку операционного поля 0,1%-ным раствором метиленовой сини из расчета 20-25 мл на 100 см² раневой поверхности с нанесением раствора марлевым тупфером на все слои (апоневроз, подкожная клетчатка) с экспозицией в течение 3 минут, после чего отсосом со дна раны удаляют излишки раствора и проводят лазерное облучение путем бесконтактного воздействия на всю поверхность раны излучением фото-терапевтического аппарата (помещенного в стерильный полиэтиленовый пакет) с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами (из которых 12 с лучами красного спектра – 660 нм, и 12 с инфракрасным спектром – 940 нм) в непрерывном режиме, в диапазоне 660 нм (красный), с глубиной воздействия до 2,5 мм, мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 5 минут, затем ушивают кожу полипропиленом (3-4/0); аналогичную процедуру облучения бесконтактным воздействием на поверхность раны излучением фото-терапевтического аппарата с фотонными матрицами «Барва-Флекс/КИК» с 24 светодиодами проводят ежедневно 1 раз в день в течение 3 суток при чистых и условно-чистых вариантах оперативного вмешательства и 5-7 суток при загрязненных и грязных вариантах оперативного вмешательства путем размещения фотонных матриц над областью раны (на расстоянии 1,0 см) с инфракрасным воздействием (940 нм, с проникновением на глубину 40-70 мм), мощностью 5 мВт на каждый светодиод, в течение 15 минут.

Преимущества способа:

- Способ может быть применен при различных размерах операционного поля, локализации на передней стенке живота в условиях плановой или особенно экстренной хирургии при выполнении потенциально любых вариантов операций в зависимости от их чистоты (чистые, условно-чистые, загрязненные и грязные операции);

- Предложенные варианты ушивания мышечно-апоневротического слоя с учетом «чистоты» операции позволяют минимизировать риск развития раневых осложнений с потенциальной оптимизацией экономических затрат на шовный материал (конкретизация возможности применения нерассасывающего шовного материала с более высоким риском ответных патологических реакций – капрон, шелк);

- Интраоперационное применение раствора метиленовой сини осуществляет не только локальный антисептический эффект, но и под воздействием лазерного излучения в красном спектре за счет фотонных матриц усиливает антибактериальные свойства вследствие активации фотодинамических процессов;

- Применение локального облучения области раны фотонными матрицами интраоперационно в красном спектре и после операции в инфракрасном спектре также обеспечивает анальгезирующий эффект, способствует усилению локальной микроциркуляции крови и лимфы, снижению активности воспалительных явлений и улучшению процессов регенерации;

- Преимуществом использования фотонных матриц является их удобство в применении за счет гибкости основания фото-терапевтического аппарата, возможностью его размещения над раной на любом участке передней брюшной стенки с максимально эффективной передачей воздействия излучения светодиодов;

- Предложенный способ характеризуется простотой и удобством в выполнении, не усложняет и существенно не затягивает этап ушивания раны, а послеоперационное облучение может проводиться средним медицинским персоналом и не обременительно для пациентов;

- В целом методика за счет усиленного антибактериального эффекта, снижения активности воспалительных проявлений в ответ на операционную травму и имплантированный шовный материал, стимуляции процессов

регенерации во всех слоях операционной раны позволяет существенно снизить риск развития локальных ранних неинфекционных и инфекционных осложнений, периода послеоперационной реабилитации, а также улучшить отдаленные косметические и функциональные результаты;

- Методика обеспечивает экономический эффект за счет конкретизации возможных вариантов использования шовного материала, сокращения затрат на лечение и профилактику раневых осложнений, а также реабилитацию пациентов после абдоминальных операций в госпитальный и постгоспитальный периоды.

На данный способ получен патент на изобретение Министерства юстиции Республики Узбекистан («Способ ушивания операционных ран и профилактики развития раневых осложнений в абдоминальной хирургии в зависимости от степени чистоты оперативного вмешательства»).

Для клинической оценки эффективности предложенных рекомендаций было проведено исследование у 481 пациентов, которым были выполнены различные абдоминальные вмешательства в условиях экстренной и плановой хирургии. При этом из исследования исключались случаи если после операции имели место внутриабдоминальные осложнения, связанные с характером проведенного оперативного вмешательства. Это позволило увеличить качество исследования по оценке особенностей влияния шовного материала и предложенного способа на заживление ран. В основную группу включено 235 пациентов, у которых операционные раны ушивались с учетом верифицированных особенностей реакции тканей на шовный материал, а также был применен предложенный метод локального усиления регенеративных свойств. Контрольная группа включала 246 пациентов, у которых раны ушивались по традиционным подходам в указанных клиниках.

Анализ охватил как ближайший, так и отдаленный (6-18 месяцев) периоды. В ближайший период оценивались все основные факторы по течению заживления операционных ран. Проведенные исследования

показали, что оптимизация варианта шовного материала для ушивания операционных ран в абдоминальной хирургии с учетом степени чистоты операции, а также применение дополнительных рекомендаций для локального усиления регенеративных свойств позволили снизить активность раневого воспалительного процесса в ответ как на вмешательство, так и на имплантированный шовный материал. В частности, пик повышения локальной температуры в области раны пришелся на 3 сутки, при этом в КГ этот показатель оказался достоверно выше - $37,8 \pm 0,7$, тогда в ОГ - $37,2 \pm 0,7$ °C ($t=7,08$; $p < 0,05$), в последующим на 4 и 5 сутки значения также были ниже в ОГ. Другим специфическим признаком менее интенсивного воспалительного процесса в ранах стала интенсивность болевого синдрома, оцененная по ВАШ. Если через сутки после операции эти показатели не отличались, то в дальнейшем начиная со вторых суток интенсивность боли оказалась меньше в ОГ, составив $5,2 \pm 1,2$ против $4,5 \pm 1,3$ баллов соответственно ($t=4,57$; $p < 0,05$), на 4 сутки - $3,9 \pm 1,2$ против $3,4 \pm 1,2$ балла ($t=3,45$; $p < 0,05$) и на 6 сутки после операции - $3,1 \pm 0,9$ против $2,5 \pm 0,7$ балла ($t=5,84$; $p < 0,05$).

Наиболее принципиальным вопросом при оценке качества заживления послеоперационных ран является анализ частоты различных специфических осложнений. Так, в КГ серома отмечена у 10 (4,1%) пациентов, а в ОГ у 4 (1,7%) больных, гиперемия краев раны у 9 (3,7%) и 2 (0,9%) пациентов соответственно. Инфильтрация мягких тканей развилась в 6 (2,4%) и 2 (0,9%) случаях, гематома - 4 (1,6%) и 2 (0,9%), частичное расхождение краев раны - 4 (1,6%) и 1 (0,4%). В свою очередь нагноение ран имело место у 6 (2,4%) пациентов в КГ и только у 1 (0,4%) в ОГ. Всего без осложнений было 207 (84,1%) и 223 (94,9%) пациента, что достоверно различалось между группами ($\chi^2=15,416$; $DF=6$; $p < 0,05$).

При чистых ранах в КГ различные раневые осложнения отмечены у 2 (3,0%) пациентов, в ОГ у 1 (1,9%) ($\chi^2=0,159$; $DF=1$; $p=0,691$). В свою очередь при условно-чистых вмешательствах доля раневых осложнений уже

достоверно разлилась и была выше в КГ – 11,4% (у 10 из 88 пациентов с этим типом операции) против 2,4% (у 2 пациентов в ОГ) ($\chi^2=5,248$; DF=1; p=0,022). При загрязненных операциях доля раневых осложнений увеличилась в группе контроля до 24,1% (у 13 из 54 больных) и в ОГ до 6,8% (у 4 из 59 пациентов) ($\chi^2=6,598$; DF=1; p=0,011), а при грязных операциях еще до 37,8% (у 14 из 37 пациентов в КГ) и 12,8% (у 5 из 39 пациентов в ОГ) ($\chi^2=6,338$; DF=1; p=0,012).

Развитие некоторых раневых осложнений потребовало выполнения дополнительных манипуляций. Пункция серомы под контролем УЗИ была выполнена у 7 (2,8%) пациентов в КГ и у 3 (1,3%) в ОГ. Санация гематомы произведена в 2 (0,8%) и 1 (0,4%) случаях соответственно. Наложение адаптивных швов при частично расхождении краев раны потребовалось у 11 (4,5%) и 3 (1,3%) больных. При нагноении раны с расхождением краев вторичные швы (на более чем 1/3 от всей длины раны) наложены у 4 (1,6%) и 1 (0,4%) пациентов. Всего в КГ было выполнено 24 (9,8%) повторных манипуляции вследствие раневых осложнений, в ОГ это проведено в 8 (3,4%) случаях, соответственно без повторных инвазивных вмешательств было 222 (90,2%) и 227 (96,6%) пациентов ($\chi^2=7,808$; DF=1; p=0,006).

Необходимость в проведении дополнительных мероприятий повлияла на сроки выписки пациентов из стационара. Так, в сроки до 5 суток в КГ было выписано 55 (22,4%) пациентов, а ОГ - 65 (27,7%), на 6-8 сутки выписано 113 (45,9%) и 143 (60,9%) больных соответственно, на 9-10 сутки - 69 (28,0%) и 25 (10,6%) пациентов. В свою очередь более 10 суток после операции в отделениях находилось 9 (3,7%) пациентов в КГ и 2 (0,9%) в ОГ ($\chi^2=29,163$; DF=3; p<0,001).

После выписки в КГ 204 (82,9%) пациента повторно обращались только для снятия швов, дополнительные перевязки после выписки потребовались 33 (13,4%) пациентам. В 9 (3,7%) случаях производились дополнительные инвазивные вмешательства, включая 3 случая пункции серомы и у 6 пациентов потребовалось наложение адаптивных или полноценных вторичных швов. В

ОГ у 220 (93,6%) пациентов произведено только снятие швов, у 12 (5,1%) выполнялись перевязки, а повторные инвазивные манипуляции выполнены у 4 больных (наложение швов) ($\chi^2=13,159$; $DF=2$; $p=0,002$).

Отдаленный период изучен у всех пациентов в сроки от 6 до 18 месяцев. Для оценки результатов учитывались такие критерии как наличие отдаленных раневых осложнений и косметический эффект заживления. Негативным фактором явилось развитие вентральной грыжи и лигатурных свищей. В частности, в КГ лигатурный свищ отмечен у 7 (2,8%) пациентов, в ОГ у 2 (0,9%), вентральная грыжа развилась у 2 (0,8%) больных в КГ. Различные варианты формирования патологического рубца имели место у 32 (13,0%) пациентов в КГ и у 10 (4,3%) в ОГ. В свою очередь без указанных проблем было 205 (83,3%) и 223 (94,9%) пациента соответственно ($\chi^2=16,816$; $DF=3$; $p<0,001$). Среди патологических рубцов наиболее часто развивались гипертрофические, частота которых в КГ составила 5,3% (у 13 пациентов), в ОГ - 1,7% (4 пациента). Расширение рубца в виде формирования широкой, но не выступающей выше уровня кожи рубцовой ткани отмечено у 11 (4,5%) и 4 (1,7%) пациентов соответственно. Атрофический (втянутый) рубец, который в основном имел место у пациентов с развитием ранних раневых осложнений верифицирован у 5 (2,0%) и 1 (0,4%) пациентов, в свою очередь келоид развился у 3 (1,2%) и 1 (0,4%) больных. Без патологического рубца (и без учета лигатурных свище и грыж) всего было 205 (83,3%) пациентов в КГ и 223 (94,9%) в ОГ ($\chi^2=12,422$; $DF=4$; $p=0,015$).

Следует отметить, что при анализе результатов качества заживления операционных ран обращали внимание не только на внешний вид и целостность тканей. Все пациенты опрашивались с целью выявления частоты каких-либо локальных жалоб со стороны послеоперационного рубца. В частности, среди жалоб наиболее часто пациенты отмечали не только характер сформированного рубца, но и такие проявления как боли в области рубца, зуд, тянущие неприятные ощущения. При этом только клинические проявления без

жалоб на характер рубца отметили 48 (19,5%) пациентов в КГ и 26 (11,1%) пациентов в ОГ. Только косметические отклонения без клинических проявлений отметили 19 (7,7%) и 5 (2,1%) пациентов соответственно. Сочетание клинических и косметических жалоб имело место в 22 (8,9%) и 7 (3,0%) случаях. В целом, без жалоб и осложнений было 157 (63,8%) и 197 (83,8%) больных ($\chi^2=26,748$; $DF=3$; $p<0,001$).

Для окончательной оценки результатов заживления операционных ран были сформированы следующие критерии: Хороший результат – заживление ран путем первичного натяжения, отсутствие в отдаленном периоде любых осложнений, включая косметические, отсутствие клинических жалоб со стороны послеоперационного рубца; Удовлетворительный результат – заживление ран путем отсроченного или вторичного натяжения, отсутствие в отдаленном периоде локальных инфекционных или хирургических осложнений, наличие косметического дефекта сформированного рубца, за исключением случаев с келоидными рубцами, наличие каких-либо клинических жалоб со стороны рубца; Неудовлетворительный результат – все случаи формирования лигатурных свищей, послеоперационной вентральной грыжи, а также выраженный косметический дефект в виде келоидного рубца.

Проведенные исследования показали, что хороший результат был получен у 157 (63,8%) пациентов в КГ и в 197 (83,8%) случаях в ОГ, удовлетворительный в 77 (31,3%) и 35 (14,9%) и неудовлетворительный у 12 (4,9%) и 3 (1,3%) пациентов соответственно ($\chi^2=25,432$; $DF=2$; $p<0,001$). Если учитывать исходную степень чистоты операции, то в отдаленном периоде результаты заживления ран распределились следующим образом. При исходно чистых и условно-чистых вмешательствах хороший результат был получен в 124 (80,0%) случаях в КГ и у 126 (92,0%) пациентов в ОГ, удовлетворительный результат составил - 29 (18,7%) и 11 (8,0%) случаев, неудовлетворительный верифицирован у 2 (1,3%) пациентов в КГ ($\chi^2=9,041$; $DF=2$; $p=0,011$). При загрязненных и грязных операциях хороший результат отмечен у 33 (36,3%) и

71 (72,4%) пациентов соответственно, удовлетворительный в 48 (52,7%) и 24 (24,5%) случаях, а неудовлетворительный у 10 (11,0%) и 3 (3,1%) пациентов ($\chi^2=25,429$; DF=2; $p<0,001$).

Таким образом, в отдаленный период также отмечено снижение доли развития осложнений со стороны формирования послеоперационного рубца. При этом существенно снизилась вероятность формирования лигатурных свищей с необходимостью длительного лечения до полного отхождения лигатур, а также патологических рубцов, что в целом обеспечило существенный прирост доли хороших и удовлетворительных отдаленных результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азарёнок, А.С. Некоторые аспекты рациональной периоперационной антибиотикопрофилактики в отделениях хирургического профиля (обзор) / А.С. Азарёнок, Е.И. Михайлова // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. - 2019. - № 1 (98). - С. 64-68.

2. Брико Н.И., Божкова С.А., Брусина Е.Б., Жедаева М.В., Зубарева Н.А., Зуева Л.П., Иванова Е.Б., Казачек Я.В., Квашнина Д.В., Ковалишена О.В., Кузьменко С.А., Павлов В.В., Пасечник И.Н., Попов Д.А., Цигельник А.М., Цой Е.Р., Шмакова М.А., Шубняков И.И., Яковлев С.В. Профилактика инфекций области хирургического вмешательства. Клинические рекомендации. – Н. Новгород: Изд-во «Ремедиум Приволжье», 2018. – 72 с.

3. Владимирова А.А., Чухраева Н.В., Самосюк Н.И., Ткалина А.В., Чухраева Е.Н., Жуков В.А., Гунько М.А., Ломейко С.Н., Заворотная Р., Зубкова С.Т. Синглетно-кислородная терапия (Научно-методические материалы) // «Мединтех», 2019: 107 с.

4. Грушевская Е. А. Комплексный подход к профилактике и лечению инфекции области хирургического вмешательства // канд.дис.мед.наук. 14.01.17 – Хирургия;- 2020 Уфа; 135 с.

5. Дарвин В.В. Оценка эффективности применения шовного материала с покрытием из триклозана в экстренной хирургии / В.В. Дарвин, Д.С. Лобанов, Е.А. Краснов, А.Н. Гвоздецкий // Хирургия. – 2017. – № 3. – С. 70–75.

6. Дарвин, В.В. Антимикробная фотодинамическая терапия в лечении больных распространенным перитонитом / В.В. Дарвин, И.М. Каримов, А.Б. Волкивский // Фундаментальные и прикладные проблемы здоровьесбережения человека на Севере: материалы III Всероссийской научно-практической конференции (20 – 21 октября 2018 г., Сургут). – Сургут, 2018. – С. 289 – 292.

7. Иманкулова А.С., Кожамкулова К.А., Кабаев Б.А., Эмилбеков Ф.М., Талбашева Г.У., Куйдайбердиев А.А. и др. Современные подходы практики применения антимикробных препаратов // Вестник КГМА им И.К. Ахунбаева; - 2021;5-6:43-50.

8. Кабешев Б.О., Зиновкин Д.А., Бонцевич Д.Н., Надыров Э.А. Влияние хирургического шовного материала, модифицированного наночастицами серебра, на течение воспалительного раневого процесса *in vivo* в условиях микробной контаминации. Проблемы здоровья и экологии. 2014;(2):109-115.

9. Кабешев, Б.О. Профилактика инфекции области хирургического вмешательства путем модификации хирургических нитей наночастицами серебра / Б.О. Кабешев, Д.Н. Бонцевич, А.Ю. Васильков // Хирургия. Восточная Европа. – 2016. – № 1 (17). – С. 80–90.

10. Князюк А. С., Лызилов А. Н., Зиновкин Д. А., Надыров Э. А., Бонцевич Д. Н. Влияние нового антибактериального шовного материала на течение раневого процесса в эксперименте // Проблемы здоровья и экологии. 2015. №1 (43).

11. Князюк А.С., Бонцевич Д.Н., Шевченко Н.И. Сравнительная характеристика антибактериальной активности нового биологически активного шовного материала // Проблемы здоровья и экологии. 2017. №4 (54).

12. Князюк, А.С. Профилактика инфекций области хирургического вмешательства путем использования антибактериального шовного материала / А.С. Князюк // Проблемы здоровья и экологии. – 2017. – № 1 (51). – С. 13–19.

13. Коптев В.Ю. Антибактериальные и иммобилизирующие свойства новой клеевой композиции содержащей наночастицы серебра при терапии операционных ран /, М.А. Леонова, Н.А. Шкиль [и др]. // Международный вестник ветеринарии. – 2018. – № 1. – С. 108 – 113.

14. Крюков А.И., Лапченко А.С., Гуров А.В., Кучеров А.Г. и др. Современные возможности применения антимикробной ФДТ в оториноларингологии // Лазерная медицина. 2014. Т. 18. № 1. С. 39–41.

15. Кузнецова В.Л., Соловьева А.Г., Перетягин С.П., Костина О.В., Преснякова М.В., Мартусевич А.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПОСЛЕ ХРОНИЧЕСКОГО И СУБХРОНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 4.

16. Липатов В. А. Цитологическое исследование экссудата брюшной полости при экспериментальной апробации антибактериальных полимерных мембран в инфицированных условиях /, М. А. Затолокина, Д. В. Романчук [и др]. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 5-2. – С. 344 – 348.

17. Маскин С.С. Перитонит при заболеваниях и травмах толстой кишки: основы дифференцированного подхода к лечению /, А.М. Карсанов, Т.В. Дербенцева [и др]. // Вестник хирургической гастроэнтерологии. – 2016. – № 3. – С. 133.

18. Микулич, А. В., Третьякова, А. И., Собчук, А. Н., Ананич, Т. С., Плавская, Л. Г., и соавт. Эффективность генерации синглетного кислорода экстрактами лекарственных растений для фотоинактивации микроорганизмов // Квантовая электроника : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конференции, Минск, 22–26 ноября 2021 г. – Минск : БГУ, 2021. – С. 437-440.

19. Мосолова А. В. Экспериментальное применение иммобилизированной формы катионного антисептика и нового шовного хирургического материала в условиях распространенного перитонита // дис.канд.мед.наук; 3.1.9. Хирургия; - Курск 2022; 139 с.

20. Мохов Е.М., Морозов А.М., Евстифеева Е.А. и др. Качество жизни больных, перенёвших лапароскопическую аппендэктомию с применением в послеоперационном периоде комбинированной противомикробной профилактики с использованием бактериофагов. Современ. пробл. науки и образования. 2018; (3): 76.

21. Петрова М.Б., Мохов Е.М., Сергеев А.Н., Серов Е.В. Влияние биологически активных шовных материалов на течение раневого процесса в коже: цитологическая характеристика // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1-10. – С. 2076-2079.

22. Полуэктов, В.Л. Пластическое устранение перфорации при осложненных пилородуоденальных язвах / В.Л. Полуэктов, В.Н. Никитин, С.Г. Клипач // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2018. – Т. 21, № 1 (64). – С. 49 – 55.

23. Поминова Д.В., Рябова А.В., Романишкин И.Д., Маркова И.В., Ахлюстина Е.В., Скобельцин А.С. Спектроскопическое исследование фотофизических свойств метиленового синего в биологических средах. Biomedical Photonics. 2023;12(2):34–47.

24. Сергеев А.Н., Морозов А.М., Аскеров Э.М., Сергеев Н.А., Армасов А.Р., Исаев Ю.А. Методы локальной антимикробной профилактики инфекции области хирургического вмешательства // Казанский медицинский журнал. - 2020. - Т. 101. - №2. - С. 243-248.

25. Синева, Т.В. Современные подходы к профилактике инфекций в области хирургического вмешательства в специализированном стационаре / Т.В. Синева, В.М. Пятикоп // Медсестра. – 2017. – № 9. – С. 13–16.

26. Синолиц А.В., Чернышева М.Г., Бадун Г.А. и др. Десорбция мирамистина на гибридном материале детанционные наноалмазы-углеродные трубки // Химическая технология функциональных наноматериалов: материалы Международной конференции со школой и мастер-классами для молодых ученых (30 ноября – 1 декабря 2017, г. Москва). – Москва, 2017. – С. 243 – 245.

27. Тихов, Г.В. Фотодинамическая терапия в лечении перитонита: автореферат. диссертации. кандидата. медицинских. наук 14.01.17 / Г. В. Тихов ; Московский государственный медико-стоматологический университет им. О.И. Евдокимова. – Тверь, 2014. – 24 с.

28. Фёдоров Павел Георгиевич, Аршакян Вардан Арамаисович, Гюнтер Виктор Эдуардович, Штофин Сергей Григорьевич, Самарцев Владимир Аркадьевич Современные шовные материалы (обзор литературы) // Acta Biomedica Scientifica. 2017. №6 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-shovnye-materialy-obzor-literatury> (дата обращения: 05.08.2024).

29. Хачатрян Н.Н., Дибиров М.Д., Дробышев А.Ю. и др. Стратегия профилактики перимплантационной инфекции // Инфекции в хирургии. - 2017. - Т. 15, № 2. - С. 25-28.

30. Черданцев Д.В. Возможности повышения эффективности периоперационной санации брюшной полости при перитоните / О.В. Первова, Ю.Г. Трофимович [и др]. // Сибирское медицинское обозрение. – 2018. – № 1 (109). – С. 20 – 26.

31. Шелест, В.В. Антимикробные шовные материалы для предотвращения инфекций области хирургического вмешательства: актуальность, механизмы действия, эффективность / В.В. Шелест // Главный врач Юга России. – 2018. – № 4 (63). – С. 14–15.

32. Almeida A., Faustino M.A.F., Neves P.M.S. Antimicrobial photodynamic therapy in the control of COVID-19 // Antibiotics Basel (Basel). – 2020. – Vol. 9, № 6. – P. E320. 10.3390/antibiotics9060320.

33. Álvarez-Martínez FJ, Barrajon-Catalán E, Micol V (2020) Tackling antibiotic resistance with compounds of natural origin: a comprehensive review. Biomedicines 8:1–30.

34. Anas A, Sobhanan J, Sulfiya KM, Jasmin C, Sreelakshmi PK, Biju V (2021) Advances in photodynamic antimicrobial chemotherapy. J Photochem Photobiol C: Photochem Rev 49:100452.

35. Anjum, S., Gupta, A., Kumari, S., & Gupta, B. (2019). Preparation and biological characterization of plasma functionalized poly(ethylene terephthalate) antimicrobial sutures. International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, 69(16), 1034–1042.

36. Aroso R.T. Schaberle F.A., Arnaut L.G., Pereira M.M. Photodynamic disinfection and its role in controlling infectious diseases // *Photochemical & Photobiological Sciences*. – 2021. – Vol. 20, № 11. – P. 1497- 1545.

37. Baygar, T., Sarac, N., Ugur, A. & Karaca, I. R. Antimicrobial characteristics and biocompatibility of the surgical sutures coated with biosynthesized silver nanoparticles. *Bioorganic Chem.* 86, 254–258 (2019).

38. Belevkov E., Kholikov K., Cooper L., Banga S., Ali O. Er. Improved antimicrobial properties of methylene blue attached to silver nanoparticles // *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, Volume 32, 2020, 102012, ISSN 1572-1000, <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102012>.

39. Berrios-Torres, SI, Umscheid, CA, Bratzler, D, et al. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for prevention of surgical site infection, 2017. *JAMA Surg* 2017;152:784–791.

40. Bhourri N, Debbabi F, Merghni A, Rohleder E, Mahltig B, Ben Abdessalem S. New manufacturing process to develop antibacterial dyed polyethylene terephthalate sutures using plasma functionalization and chitosan immobilization. *Journal of Industrial Textiles*. 2022;51(4_suppl).

41. Boybeyi Ö, Kaçmaz B, Günal YD, Gül S, Yörübulut S, Aslan MK. Bacterial adhesion to braided surgical sutures: an in vitro study. *European Journal of Plastic Surgery*. 2016;39(1):1–6.

42. Bozic DD, Milenkovic M, Ivkovic B, Cirkovic I. Newly-synthesized chalcones-inhibition of adherence and biofilm formation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2014;45(1):263–70.

43. Briggs T, Blunn G, Hislop S, Ramallete R, Bagley C, McKenna D, Coathup M. Antimicrobial photodynamic therapy-a promising treatment for prosthetic joint infections. *Lasers Med Sci*. 2018;33(3):523–32.

44. Calderwood MS, Anderson DJ, Bratzler DW, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute-care hospitals: 2022 Update. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2023;44(5):695-720. doi:10.1017/ice.2023.67.

45. Canabrava S., Rodrigues G., Halabi N.N., Rezende A.C., Cardoso M. 18-Month Results of Double-Flanged 5–0 Polypropylene Suture Transscleral Bag Fixation in Subluxated Cataracts. *Arq. Bras. de Oftalmol.* 2022;86:113–120.
46. Cano Sanchez M.; Lancel S.; Boulanger E.; Nevriere R. Targeting Oxidative Stress and Mitochondrial Dysfunction in the Treatment of Impaired Wound Healing: A Systematic Review. *Antioxidants (Basel)* 2018, 7 (8), 98. 10.3390/antiox7080098.
47. Cantelli A, Piro F, Pecchini P, Di Giosia M, Danielli A, Calvaresi M (2020) Concanavalin A-Rose Bengal bioconjugate for targeted gram-negative antimicrobial photodynamic therapy. *J Photochem Photobiol B Biol* 206:111852.
48. Cao Y., Wang B. Biodegradation of Silk Biomaterials. *Int. J. Mol. Sci.* 2009;10:1514–1524.
49. Cao, G.-F. et al. Sutures modified by silver-loaded montmorillonite with antibacterial properties. *Appl. Clay Sci.* 93, 102–106 (2014).
50. Castiglioni, S., Caspani, C., Cazzaniga, A. & Maier, J. A. Short-and long-term effects of silver nanoparticles on human microvascular endothelial cells. *World J. Biol. Chem.* 5, 457 (2014).
51. Chatzimitakos, T. G. & Stalikas, C. D. Qualitative alterations of bacterial metabolome after exposure to metal nanoparticles with bactericidal properties: a comprehensive workflow based on ¹H NMR, UHPLC-HRMS, and metabolic databases. *J. Proteome Res.* 15, 3322–3330 (2016).
52. Chen X., Hou D., Tang X., Wang L. Quantitative physical and handling characteristics of novel antibacterial braided silk suture materials. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 2015;50:160–170.
53. Christaki E, Marcou M, Tofarides A (2020) Antimicrobial resistance in bacteria: mechanisms, evolution, and persistence. *J Mol Evol* 88:26–40.
54. Ciraldo, F. E., Schnepf, K., Goldmann, W. H. & Boccaccini, A. R. Development and characterization of bioactive glass containing composite coatings with ion releasing function for antibiotic-free antibacterial surgical sutures. *Materials* 12, 423 (2019).

55. Crane, J. K. Metal nanoparticles in infection and immunity. *Immunol. Invest.* 49, 794–807 (2020).

56. Deng X. Master's Thesis. University of Otago; Dunedin, New Zealand: 2020. Development of Drug-Eluting Surgical Sutures for the Wound- Healing Process Using Melt Extrusion Technology.

57. Deng X., Qasim M., Ali A. Engineering and polymeric composition of drug-eluting suture: A review. *J. Biomed. Mater. Res. Part A.* 2021;109:2065–2081.

58. Dennis, C.; Sethu, S.; Nayak, S.; Mohan, L.; Morsi, Y.Y.; Manivasagam, G. Suture materials—Current and emerging trends. *J. Biomed. Mater. Res. Part A* 2016, 104, 1544–1559.

59. Dhafer CEB, Debbabi F (2021) Development of new polypropylene surgical sutures coated with antibacterial silver nanoparticles and carboxymethylpullulan bioactive molecules. *Wulfenia J*: Jan 2021: Vol 28, No. 1; 53–68.

60. Dhom J, Bloes DA, Peschel A, Hofmann UK. Bacterial adhesion to suture material in a contaminated wound model: comparison of monofilament, braided, and barbed sutures. *J Orthop Res.* (2017) 35:925–33.

61. Edis Z., Bloukh S.H., Ibrahim M.R., Abu Sara H. “Smart” Antimicrobial Nanocomplexes with Potential to Decrease Surgical Site Infections (SSI) *Pharmaceutics.* 2020;12:361.

62. Edmiston CE, Krepel CJ, Marks RM, Rossi PJ, Sanger J, Goldblatt M, et al. Microbiology of explanted suture segments from infected and noninfected surgical patients. *Journal of clinical microbiology.* 2013;51(2):417–21.

63. Ercan UK, İbiş F, Dikyol C, Horzum N, Karaman O, Yıldırım Ç, et al. (2018) Prevention of bacterial colonization on non-thermal atmospheric plasma treated surgical sutures for control and prevention of surgical site infections. *PLoS ONE* 13(9): e0202703.

64. Figueiredo-godoi LMA, Garcia T, Pinto JG, Ferreira-strixino J (2022) Antimicrobial Photodynamic therapy mediated by fotenticine and methylene blue

on planktonic growth, biofilms, and burn infections of *Acinetobacter baumannii*. *Antibiotics* 11:1–15.

65. Flores-López LZ, Espinoza-Gómez H, Somanathan R. Silver nanoparticles: electron transfer, reactive oxygen species, oxidative stress, beneficial and toxicological effects. Mini review. *J Appl Toxicol.* 2019;39:16–26.

66. Franco AR, Fernandes EM, Rodrigues MT, Rodrigues FJ, Gomes ME, Leonor IB, Kaplan DL, Reis RL. Antimicrobial coating of spider silk to prevent bacterial attachment on silk surgical sutures. *Acta Biomater.* 2019 Nov;99:236-246.

67. Fromm-Dornieden C. Cetylpyridinium chloride and miramistin as antiseptic substances in chronic wound management – prospects and limitations / C. Fromm-Dornieden, J.D. Rembe, N. Schäfer [et al]. // *Journal of Medical Microbiology.* – 2015. – Vol. 64, Iss. 4. – P. 407 – 414.

68. Frost & Sullivan . Independent Market Report on Surgical Devices & Medical Consumables Market in Select Geographies. Healthium Medtech Pvt Ltd.; Karnataka, India: 2021.

69. Gajic I, Kabic J, Kekic D, Jovicevic M, Milenkovic M, Mitic Culafic D, Trudic A, Ranin L, Opavski N (2022) Antimicrobial susceptibility testing: a comprehensive review of currently used methods. *Antibiotics* 11:1–26.

70. Gallo, A.L.; Paladini, F.; Romano, A.; Verri, T.; Quattrini, A.; Sannino, A.; Pollini, M. Efficacy of silver coated surgical sutures on bacterial contamination, cellular response and wound healing. *Mater. Sci. Eng. C Mater. Biol. Appl.* 2016, 69, 884–893.

71. Gliga, A. R., Di Bucchianico, S., Lindvall, J., Fadeel, B. & Karlsson, H. L. RNA-sequencing reveals long-term effects of silver nanoparticles on human lung cells. *Sci. Rep.* 8, 1–14 (2018).

72. Goncalves R. V.; Costa A. M. A.; Grzeskowiak L. Oxidative Stress and Tissue Repair: Mechanism, Biomarkers, and Therapeutics. *Oxid. Med. Cell Longevity* 2021, 2021, 6204096. 10.1155/2021/6204096.

73. Guruvu, N .R. B.; Bandaru, N. R. ; Shamili, M.; Jyothi, P. (2018). Combined effect of silver nanoparticles and honey in experimental wound healing process in rats. *Biomed. Res*, 29 (15), 3074-3078.

74. Hara, T. et al. Can triclosan-coated sutures and the use of double gloves reduce the incidence of surgical site infections?. *J. Clin. Gynecol. Obstet.* 6, 1–5 (2017).

75. Heger M. Antibacterial photodynamic therapy: overview of a promising approach to fight antibiotic-resistant bacterial infections // *Journal of Clinical and Translational Research.* – 2015. – Vol. 1, № 3. – P. 140- 167.

76. Henry-Stanley M.J., Hess D.J., Barnes A.M., Dunny G.M., Wells C.L. Bacterial contamination of surgical suture resembles a biofilm. *Surg. Infect.* 2010;11:433–439.

77. <https://volynka.ru/Articles/Text/862>.

78. Ichida, K. et al. Effect of triclosan-coated sutures on the incidence of surgical site infection after abdominal wall closure in gastroenterological surgery: A double-blind, randomized controlled trial in a single center. *Surgery* 164, 91–95 (2018).

79. Ishiwata N, Tsunoi Y, Sarker RR, Haruyama Y, Kawauchi S, Sekine Y, Onuma C, Tsuda H, Saitoh D, Nishidate I, Sato S (2021) Control of burn wound infection by methylene blue-mediated photodynamic treatment with light emitting diode array. *Lasers Surg Med* 53:1238–1246.

80. Jiménez Salas B., Ruiz Frontera M., Seral Garcia B. et al. Causes of unplanned admission after orthopedic procedures in ambulatory surgery // *Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol.* - 2019. - 2019. - P. 1888-4415(19)30140-7.

81. Jo Y.Y., Kweon H., Kim D.W., Kim M.-K., Kim S.-G., Kim J.-Y., Chae W.-S., Hong S.-P., Park Y.-H., Lee S.Y., et al. Accelerated biodegradation of silk sutures through matrix metalloproteinase activation by incorporating 4-hexylresorcinol. *Sci. Rep.* 2017;7:42441.

82. Joseph B., George A., Gopi S., Kalarikkal N., Thomas S. Polymer sutures for simultaneous wound healing and drug delivery—A review. *Int. J. Pharm.* 2017;524:454–466.

83. Justinger C, Moussavian MR, Schlueter C, Kopp B, Kollmar O, Schilling MK. Antibiotic coating of abdominal closure sutures and wound infection. *Surgery.* 2009;145(3):330–4. pmid:19231586.

84. Karde P.A., Sethi K.S., Mahale S.A., Mamajiwala A.S., Kale A.M., Joshi C.P. Comparative evaluation of two antibacterial-coated resorbable sutures versus noncoated resorbable sutures in periodontal flap surgery: A clinico-microbiological study. *J. Indian Soc. Periodontol.* 2019;23:220–225.

85. Karner L, Drechsler S, Metzger M, Hacobian A, Schädl B, Slezak P, Grillari J, Dungal P (2020) Antimicrobial photodynamic therapy fighting polymicrobial infections – a journey from in vitro to in vivo. *Photochem Photobiol Sci* 19:1332–1343.

86. Lan M, Zhao S, Liu W, Lee CS, Zhang W, Wang P (2019) Photosensitizers for photodynamic therapy. *Adv Healthc Mater* 8:1–37.

87. Liu K, Luo Y, Hao L, Chen J. Antimicrobial effect of methylene blue in microbiologic culture to diagnose periprosthetic joint infection: an in vitro study. *J Orthop Surg Res.* 2022 Dec 28;17(1):571.

88. Liu, S.; Yu, J.; Li, H.; Wang, K.; Wu, G.; Wang, B.; Liu, M.; Zhang, Y.; Wang, P.; Zhang, J.; et al. Controllable Drug Release Behavior of Polylactic Acid (PLA) Surgical Suture Coating with Ciprofloxacin (CPFX)—Polycaprolactone (PCL)/Polyglycolide (PGA). *Polymers* 2020, 12, 288.

89. Moolla, MS, Reddy, K, Fwemba, I, et al. Bacterial infection, antibiotic use and COVID-19: lessons from the intensive care unit. *South African Med J Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde* 2021;111:575–581.

90. Murray CJL, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, Han C, Bisignano C, Rao P, Wool E, Johnson SC, Browne AJ, Chipeta MG, Fell F, Hackett S, Haines-Woodhouse G, Kashef Hamadani BH, Kumaran EAP,

McManigal B et al (2022) Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet* 399:629–655.

91. National Health Safety Network. Current HAI Progress Report, 2021 Centers for Disease Control and Prevention website. <https://www.cdc.gov/hai/data/portal/progress-report.html>.

92. National Healthcare Safety Network. Surgical site infection event (SSI), 2022. Centers for Disease Control and Prevention website.

93. Negri LB, Mannaa Y, Sandeep Korupolu WAF, Rox Anderson R, Gelfand JA (2023) Vitamin K3 (menadione) is a multifunctional microbicide acting as a photosensitizer and synergizing with blue light to kill drug-resistant bacteria in biofilms. *J Photochem Photobiol B Biol*.

94. O'Hara, LM, Thom, KA, Preas, MA. Update to the Centers for Disease Control and Prevention and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection (2017): a summary, review, and strategies for implementation. *Am J Infect Control* 2018;46:602–609.

95. Obermeier A, Schneider J, Harrasser N, Tübel J, Mühlhofer H, Pfürringer D, Deimling CV, Foehr P, Kiefel B, Krämer C, Stemberger A, Schieker M, Burgkart R, von Eisenhart-Rothe R. Viable adhered *Staphylococcus aureus* highly reduced on novel antimicrobial sutures using chlorhexidine and octenidine to avoid surgical site infection (SSI). *PLoS One*. 2018 Jan 9;13(1):e0190912. doi: 10.1371/journal.pone.0190912. Erratum in: *PLoS One*. 2018 Feb 15;13(2):e0193284.

96. Oliveira M, Dias FR, Pomba C. Biofilm and fluoroquinolone resistance of canine *Escherichia coli* uropathogenic isolates. *BMC research notes*. 2014;7(1):499.

97. O'Neill JI (2014) Antimicrobial resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations. *Rev Antimicrob Resist* 20:1–6.

98. Pandya K, Pradeep S, Prasad RB, Sharma S, Shetty V. Comparative Evaluation of Three Skin Closure Materials- A Microbiological Pilot Study. *J Clin of Diagn Res*. 2020; 14(9):ZC01-ZC04.

99. Parry JA, Karau MJ, Kakar S, Hanssen AD, Patel R, Abdel MP. Disclosing agents for the intraoperative identification of biofilms on orthopedic implants. *J Arthroplasty*. 2017;32(8):2501–4.
100. Pothireddy, S.; Kaliki, A.; Mekapogu, A. R.; Yegireddy, M.; Pagadala, E. P.; Prasad, T. N. (2016). Evaluation of the wound healing efficacy of chemical and phyto-genic silver nanoparticles. *IET. Nanobiotechnol*, 10(5), 340-348.
101. Pucelik, B., & Dąbrowski, J. M. (2022). Photodynamic inactivation (PDI) as a promising alternative to current pharmaceuticals for the treatment of resistant microorganisms. *Advances in Inorganic Chemistry*, 79, 65–108.
102. Razumov M, Gornukhina O, Golubchikov O, Vershinina I, Vashurin A (2018) Polypropylene suture material with anti-inflammatory action. *Iran Polym J* 27:629–634.
103. Reinbold J, Uhde A-K, Müller I, Weindl T, Geis-Gerstorfer J, Schlensak C, Wendel H-P, Krajewski S. Preventing Surgical Site Infections Using a Natural, Biodegradable, Antibacterial Coating on Surgical Sutures. *Molecules*. 2017; 22(9):1570.
104. Rezaie P, Pourhajibagher M, Chiniforush N, Hosseini N, Bahador A (2018) The effect of quorum-sensing and efflux pumps interactions in *Pseudomonas aeruginosa* against photooxidative stress. *J Lasers Med Sci* 9:161–167.
105. Scott, RD. The direct medical costs of healthcare-associated Infections in US hospitals and the benefits of prevention. Centers for Disease Control and Prevention website. http://www.cdc.gov/hai/pdfs/hai/scott_costpaper.pdf. Published 2009. Accessed December 14, 2013. [Google Scholar](#).
106. Seitz, J.-M., Durisin, M., Goldman, J. & Drelich, J. W. Recent advances in biodegradable metals for medical sutures: a critical review. *Adv. Healthc. Mater.* 4, 1915–1936 (2015).
107. Serrano C, García-Fernández L, Fernández-Blázquez JP, Barbeck M, Ghanaati S, Unger R, Kirkpatrick J, Arzt E, Funk L, Turón P, del Campo A. Nanostructured medical sutures with antibacterial properties. *Biomaterials*. 2015 Jun;52:291-300.

108. Shubha, P. et al. Ex-situ fabrication of ZnO nanoparticles coated silk fiber for surgical applications. *Mater. Chem. Phys.* 231, 21–26 (2019).

109. Sreyan Ghosh, Dipanjana Patra, Riya Mukherjee, Sucheta Biswas, Jayanta Haldar, Multifunctional Suture Coating for Combating Surgical Site Infections and Mitigating Associated Complications, *ACS Applied Bio Materials*, 10.1021/acsabm.3c01060, 7, 2, (1158-1168), (2024).

110. Suryanarayana Polaka, Pratik Katare, Bhakti Pawar, Nupur Vasdev, Tanisha Gupta, Kuldeep Rajpoot, Pinaki Sengupta, and Rakesh Kumar Tekade Emerging ROS-Modulating Technologies for Augmentation of the Wound Healing Process // *ACS Omega* **2022** 7 (35), 30657-30672.

111. Thi Tran, Q. M., Thi Nguyen, H. A., Doan, V.-D., Tran, Q.-H. & Nguyen, V. C. Biosynthesis of zinc oxide nanoparticles using aqueous piper betle leaf extract and its application in surgical sutures. *J. Nanomater.* 2021.

112. Tvrdá E., Benko F., Chapter 1 - Free radicals: what they are and what they do, Editor(s): Victor R. Preedy, Pathology, Academic Press, 2020, Pages 3-13, ISBN 9780128159729.

113. Uneputty, A., Dávila-Lezama, A., Garibo, D., Oknianska, A., Bogdanchikova, N., Hernández-Sánchez, J. F., & Susarrey-Arce, A. (2022). Strategies applied to modify structured and smooth surfaces: A step closer to reduce bacterial adhesion and biofilm formation. *Colloids and Interface Science Communications*, 46, Article 100560.

114. Vecchio D, Gupta A, Huang L, Landi G, Avci P, Andrea Rodas MRH (2015) Bacterial photodynamic inactivation mediated by methylene blue and red light is enhanced by synergistic effect of potassium iodide. *Antimicrob Agents Chemother* 1:1–25.

115. Vieira, D. et al. Electroceutical Silk–Silver Gel to Eradicate Bacterial Infection. *Adv. Biosyst.* (2020).

116. Vieira, D., Angel, S.N., Honjol, Y. et al. Engineering surgical stitches to prevent bacterial infection. *Sci Rep* 12, 834 (2022).

117. Vila, L., Marcos, R. & Hernández, A. Long-term effects of silver nanoparticles in caco-2 cells. *Nanotoxicology* 11, 771–780 (2017).
118. Wang X, Liu P, Wu Q, Zheng Z, Xie M, Chen G, Yu J, Wang X, Li G, Kaplan D. Sustainable Antibacterial and Anti-Inflammatory Silk Suture with Surface Modification of Combined-Therapy Drugs for Surgical Site Infection. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2022 Mar 9;14(9):11177-11191.
119. Weiner-Lastinger, LM, Abner, S, Edwards, JR, et al. Antimicrobial-resistant pathogens associated with adult healthcare-associated infections: summary of data reported to the National Healthcare Safety Network, 2015–2017. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2020;41:1–18.
120. Xiaoxiao Shen, Liwen Dong, Xuan He, Chuanqi Zhao, Wanqi Zhang, Xinying Li, Yuangang Lu Treatment of infected wounds with methylene blue photodynamic therapy: An effective and safe treatment method // *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, Volume 32, 2020, 102051, ISSN 1572-1000.
121. Yang Y, Yang S-B, Wang Y-G, Zhang S-H, Yu Z-F, Tang T-T. Bacterial inhibition potential of quaternised chitosan-coated VICRYL absorbable suture: An in vitro and in vivo study. *Journal of Orthopaedic Translation*. 2017;8:49–61.
122. Yiwen Zhu, Minzheng Gao, Mengrui Su, Yanzhe Shen, Kai Zhang, Bingran Yu, Fu-Jian Xu. A Targeting Singlet Oxygen Battery for Multidrug-Resistant Bacterial Deep-Tissue Infections. *Angewandte Chemie International Edition*, 2023.
123. Zada, L., Anwar, S., Imtiaz, S. et al. In vitro study: methylene blue-based antibacterial photodynamic inactivation of *Pseudomonas aeruginosa*. *Appl Microbiol Biotechnol* 108, 169 (2024).
124. Zhang H, Xu L, Gu X, Yu D, Li S (2022) Amphiphilic di-cationic methylene blue for improving antibacterial photodynamic efficiency through high accumulation and low aggregation on bacterial cell surfaces. *RSC Adv* 13:239–250
125. Zheng, Y. F., Gu, X. N. & Witte, F. Biodegradable metals. *Mater. Sci. Eng. R Rep.* 77, 1–34 (2014).

126. Zhou WC, Tan PF, Chen XH, Cen Y., You C., Tan L., Li H., Tian M. Волокно с эффектом памяти формы, содержащее берберин, применяется в качестве нового хирургического шовного материала. *Front. Pharmacol.* 2020; 10 :1506.