

На правах рукописи



Беседин Владимир Дмитриевич

**Применение физических методов лечения ран конечностей
при огнестрельном ранении у военнослужащих**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Давыдов Денис Владимирович

Официальные оппоненты:

Иванов Павел Анатольевич – доктор медицинских наук, доцент, государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы», научное отделение, заведующий отделением

Цискарашвили Арчил Важаевич – кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отделение последствий травм опорно-двигательной системы и гнойных осложнений № 5, заведующий отделением

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

Защита диссертации состоится «17» февраля 2025 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.26 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Большая Пироговская д. 2, стр. 1

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной учебной библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 202__ г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, доцент



Крупин Гертман Евгеневич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В современных военных конфликтах в структуре санитарных потерь преобладают ранения конечностей, которые составляют абсолютное большинство боевой хирургической патологии [31, 100].

Ранения, нанесённые современными высокоэнергетическими снарядами, отличаются большим объёмом повреждения тканей конечностей, что предопределяет длительные сроки лечения [9, 29, 44, 52], и часто приводят к тяжёлой инвалидизации и значительному снижению качества жизни [72].

Для успешного восстановления анатомии и функции повреждённого сегмента необходимо провести как можно более быструю санацию огнестрельной раны, основой которой служит хирургическая обработка. Следующим этапом осуществляют выполнение реконструктивных операций, результат которых во многом определяется ранним закрытием раневого дефекта [47].

Таким образом, подготовка огнестрельной раны к ранним реконструктивным вмешательствам является определяющим элементом в достижении успеха и возвращении раненого в строй.

Эффективным средством при лечении огнестрельных ран является методика вакуумного дренирования. Её положительный эффект обусловлен защитой раны от внешней среды, что предотвращает вторичное инфицирование; активным удалением раневого отделяемого; созданием оптимальной для пролиферации кератиноцитов и фибробластов влажной раневой среды; ускорением пролиферации сосудов; усилением локальной гемодинамики; уменьшением интерстициального отёка; сокращением площади и объёма раны благодаря сближению её стенок под воздействием постоянного отрицательного давления; повышением концентрации и эффекта медикаментозного лечения за счёт усиления местного крово- и

лимфообращения в тканях [3, 29, 47]. Однако для подготовки обширной раны с вовлечением костных структур к реконструктивным операциям применяемые в настоящее время методы физического воздействия всё же недостаточно эффективны. Так, например, вакуум-терапия не обеспечивает в короткие сроки равномерного очищения сложной раневой поверхности, снижения микробной обсеменённости, равномерности репаративных процессов, что определяет высокую (до 18%) частоту послеоперационных осложнений [18].

В последние годы в клинической практике активно применяют фотобиомодуляционную терапию на основе светодиодов и широкополосного света в видимом и инфракрасном диапазонах. Лазерное воздействие широко применяют для стимуляции регенерации и проведения резекционных манипуляций. Доказано, что оно модулирует биологические процессы, такие как пролиферация и дифференцировка, повышая жизнеспособность клеток. В то же время публикации о возможности применения лазерного облучения в лечении огнестрельных ран конечностей до сих пор носят единичный характер и не имеют достаточной доказательной базы [13, 25, 32, 61, 90, 155]. Соответственно, добавление методики лазерной терапии к комплексу лечения огнестрельных ран конечностей может улучшить результаты, но исследований в этом направлении не проводилось, что и послужило основанием для выполнения данной работы.

Степень разработанности темы исследования

Конечности наиболее часто подвержены ранениям и повреждениям, а особенностью поражающих факторов современных военных действий является значительное повышение доли обширных дефектов мягких тканей. Применение различных методов их пластики широко освещено в научной литературе последних 40–50 лет и нацелено на широкое внедрение методов замещения дефектов мягких тканей конечностей в клиническую практику военно-медицинских и гражданских

лечебных учреждений [31, 44, 52, 100]. Совершенствование методов этапного лечения раненых и пострадавших с дефектами мягкотканых структур увеличило процент сохранённых конечностей при тяжёлых повреждениях и ранениях, более чётко определило место и задачи военных и гражданских хирургов в системе лечения раненых с повреждениями конечностей [25].

Однако применяемые методики подготовки таких ран к реконструктивным и пластическим операциям с применением физических факторов воздействия недостаточно эффективны и требуют дальнейшего изучения. В связи с этим продолжаются поиски эффективных методик комплексного лечения, включающие новые средства воздействия на огнестрельную рану, в целях её очищения, снижения воспаления, стимуляции регенерации тканей, и в конечном итоге создания возможности раннего выполнения реконструктивно-пластического закрытия раневого дефекта, что сократит сроки лечения и позволит более полноценно восстановить нарушенную функцию конечности [13, 25, 32, 61, 90, 155].

В доступной литературе отсутствует упоминание об опыте применения комбинированных методик физического воздействия при лечении огнестрельных ран конечностей с включением в комплекс лазерного излучения, не исследованы возможности таких комбинаций, не разработан алгоритм определения оптимальной хирургической тактики. В связи с чем остаётся нерешённой задача оптимизации лечения раненых с огнестрельными ранениями конечностей, которая имеет крайне высокую значимость для современной медицинской науки и практики, что и определило актуальность предпринятого исследования.

Цель и задачи исследования

Цель: повысить эффективность подготовки огнестрельных ран конечностей к реконструктивному этапу хирургического лечения за счёт применения узкополосного лазерного излучения.

Задачи:

1. Усовершенствовать систему оценки состояния раневых тканей с помощью компьютерного анализа их цифрового изображения за счёт адаптации интерпретации данных, полученных с помощью программы «АналиРан», к особенностям огнестрельной раны.
2. Оценить динамику изменений характера тканей в обширных огнестрельных ранах на фоне лечения, проводимого с применением вакуум-терапии.
3. Разработать и обосновать алгоритм принятия решения о готовности огнестрельной раны к выполнению реконструктивного этапа лечения с пластическим закрытием обширного кожного дефекта.
4. Разработать методику подготовки обширных огнестрельных ран конечностей к кожной пластике, включающую сочетанное применение вакуум-терапии и лазерного облучения.
5. Внедрить разработанную методику в клиническую практику и обосновать эффективность применения лазерного излучения при подготовке огнестрельных ран конечностей к кожной пластике.

Научная новизна

Впервые на основе морфологических исследований адаптирована к особенностям огнестрельной раны программа компьютерного анализа цифрового изображения раневой поверхности «АналиРан» с определением характера выполняющих рану тканей и их доли в общей её площади. На обновлённую версию программы «АналиРан 2.0» получено свидетельство о регистрации № 2024665846 от 08.07.2024 г. [50].

Впервые создан алгоритм принятия решения о готовности огнестрельных ран конечностей к кожной пластике, основанный на данных компьютерной программы «АналиРан».

Разработана и успешно внедрена в клиническую практику оригинальная методика выполнения хирургической обработки огнестрельной раны с применением методов физического воздействия «Способ лечения огнестрельных ран конечностей», на которую получен патент РФ на изобретение № 2818931 от 07.05.2024 г. [38].

Впервые доказана эффективность обработки огнестрельных ран с применением узкополосного лазерного излучения с длиной волны 980 нм.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработанный алгоритм позволяет при огнестрельных ранениях конечностей определить оптимальные сроки реконструктивно-пластических операций, выполняемых с целью закрытия раневого дефекта.

Использование методики комплексного лечения с сочетанным воздействием на огнестрельную рану вакуум-терапии и лазерного излучения позволяет существенно сократить сроки подготовки раны к кожной пластике.

Применение в клинической практике оригинальной методики обработки огнестрельной раны в сочетании с алгоритмом определения хирургической тактики позволило избежать местных осложнений после выполнения кожной пластики, добиться приживления кожных лоскутов у всех пациентов и улучшения результатов их лечения.

Методология и методы исследования

На основе изучения литературных источников определено направление научного исследования, сформулированы его цель и задачи, обоснована актуальность, определена корреляция данных о состоянии тканей в огнестрельной ране, полученных с помощью компьютерной программы «АналиРан», с данными гистологического

исследования, на основе чего рассчитаны и введены в клиническую практику поправочные коэффициенты.

Разработана методика подготовки огнестрельных ран к реконструктивному этапу хирургического лечения с включением лазерной терапии в комплекс выполняемых мероприятий.

На основе данных, полученных с помощью программы «АналиРан» и показателей шкалы Бейтс–Дженсен, разработан алгоритм определения готовности огнестрельной раны к выполнению кожной пластики, а также выбора оптимальной хирургической тактики.

Выполнено проспективное одноцентровое клиническое исследование, в ходе которого в сопоставимых группах (всего 64 наблюдения) показано преимущество разработанной нами методики, включающей лазерную обработку раневой поверхности, перед традиционными подходами с использованием вакуум-терапии.

Положения, выносимые на защиту

1. Программа компьютерной оценки цифрового изображения «АналиРан» может быть использована для оценки состояния тканей в огнестрельной ране с применением корректировочных коэффициентов.
2. Готовность ран к выполнению реконструктивно-пластических операций следует определять с учётом долевого соотношения различного состояния тканей дна раны, а также показателей шкалы оценки ран Бейтс–Дженсен. Для определения показаний к реконструктивным операциям эти объективные критерии должны соответствовать требованиям разработанного нами алгоритма.
3. Включение лазерного облучения в сочетании с вакуум-терапией в комплекс лечения огнестрельных ран позволяет существенно ускорить их подготовку к пластическому замещению раневого дефекта и тем самым способствует улучшению конечных результатов лечения раненых.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия, а именно посвящена улучшению результатов лечения ран конечностей при огнестрельном ранении у военнослужащих путём повышения эффективности подготовки огнестрельных ран конечностей к реконструктивному этапу хирургического лечения за счёт применения узкополосного лазерного излучения.

Направления исследования: разработка, усовершенствование методов диагностики и лечения повреждения опорно-двигательной системы и внедрение их в клиническую практику.

Задачи и положения, выносимые на защиту диссертации, соответствуют формуле научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия. Результаты проведённого исследования соответствуют пунктам 3 «Разработка, усовершенствование и внедрение в клиническую практику методов диагностики, профилактики и диспансеризации при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательной системы, а также их последствия» и 4 «Экспериментальная и клиническая разработка и совершенствование методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы, их последствий, а также предупреждение, диагностика и лечение возможных осложнений».

Степень достоверности и апробация результатов

Результаты исследования диссертации были доложены и обсуждены на следующих научно-практических конференциях, форумах и конгрессах: научно-практической конференции «Огнестрельная рана. Современные организационные и клинические аспекты» (Москва, 2022 г.); VIII Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах. Новое в организации

и технологиях. Фактор травмы в современном мире. Травматические эпидемии и борьба с ними» (Санкт-Петербург, 2023 г.); IV Конгрессе ОРТОБИОЛОГИЯ 2023 «Patient Cases – от теории к практике» с международным участием (Москва, 2023 г.); Всероссийском междисциплинарном конгрессе «Современная медицина – новые реалии в меняющемся мире» (Москва, 2023 г.); XIII научно-практической конференции «Илизаровские чтения» (Курган, 2023 г.); XV Съезде хирургов России (Москва, 2023 г.); форуме по хирургии современных вооружённых конфликтов «Огнестрельная рана. Организация, клиника, технологии» (Москва, 2023 г.); II Международном форуме по хирургии современных вооружённых конфликтов (Москва, 2023 г.).

Результаты диссертационного исследования используются в практической работе центра травматологии и ортопедии (ЦТиО) ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н.Бурденко» Минобороны России, а также при обучении ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования в госпитале.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании Ученого совета при ФГБУ «ГВКГ им. Н. Н.Бурденко» Минобороны России (протокол № 8 от 29 августа 2024 года).

Личный вклад автора

Автор самостоятельно провёл анализ профильной отечественной и зарубежной научной литературы для обоснования цели и задач диссертационного исследования, лично выполнил все методики исследования, провёл анализ полученных результатов. Диссертант является соавтором патента РФ на применённый в работе способ лечения огнестрельных ран конечностей и обновленной версии программы «АналиРан 2.0».

В ходе клинической части работы автор принимал участие в отборе пациентов, участвовал в качестве оператора во всех операциях, проводил контрольные осмотры

прооперированных пациентов на всех сроках наблюдения, заносил в протоколы результаты измерений и лабораторных анализов, анализировал данные гистологического исследования, а также провёл статистическую обработку полученных количественных данных. Автором был написан текст диссертации, сформулированы выводы и практические рекомендации диссертационной работы. Диссертант принимал активное участие в подготовке публикаций, выступал с научными докладами по результатам проведённых исследований.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 8 печатных работ, в том числе 2 – в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 1 обзорная статья – в издании, индексируемом в базе данных RSCI; 2 иные публикации по результатам исследования; патент – 1; свидетельство на государственную регистрацию программы для ЭВМ – 1; публикации в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций – 1.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа изложена на 153 страницах текста и состоит из введения, 5 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Текст работы содержит 70 рисунков, 15 таблиц и 4 приложения. Список литературы включает 190 источников, из них 64 отечественных и 126 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

В исследование были включены 100 раненых с изолированными огнестрельными ранениями конечности с площадью дефекта мягких тканей не менее 80 см², тяжестью общего состояния по шкале ВПХ-П (ОР) не более 12 баллов и давностью не более 7 суток, проходившие стационарное лечение в ЦТиО ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н.Бурденко» Минобороны России с марта 2022 г. по ноябрь 2023 г. Исследование было одноцентровым проспективным контролируемым и проводилось в два этапа.

На первом этапе осуществляли тестирование программы «АналиРан» с верификацией её оценки с помощью гистологического исследования биопсийного материала. На основании анализа был разработан алгоритм, определяющий степень готовности раны к выполнению реконструктивного этапа лечения.

На втором этапе окончательному анализу были подвергнуты результаты лечения 64 пациентов. Конечной точкой наблюдения было заживление раны, промежуточной точкой – выполнение реконструктивного хирургического вмешательства. Основной гипотезой было повышение эффективности подготовки огнестрельных ран конечностей к реконструктивному этапу хирургического лечения за счёт обработки узкополосным лазерным излучением.

Все пациенты были разделены на две группы: группу 1 (основную; n=31), где вакуум-терапию сочетали с обработкой раны узкополосным лазерным излучением с длиной волны 980 нм по разработанной нами методике, и группу 2 (контрольную; n=33), где применяли вакуум-терапию по традиционной методике в режиме постоянной аспирации, с уровнем отрицательного давления 120 мм рт. ст.

В общей когорте все (n=64) раненые были мужского пола в возрасте 21–50 лет, средний возраст 30,7±5,8 года (Рисунок 1 а). В основной группе средний возраст составил 29,6 года, в группе контроля – 31,7 года (p>0,05). По локализации были отобраны только ранения конечностей.

Площадь ран при поступлении раненых в госпиталь составила от 81 до 250 см², в среднем $142,5 \pm 39,1$ см² (Рисунок 1 б), в основной группе средняя площадь ран составила 143,8 см², в группе контроля – 141,3 см² ($p > 0,05$).

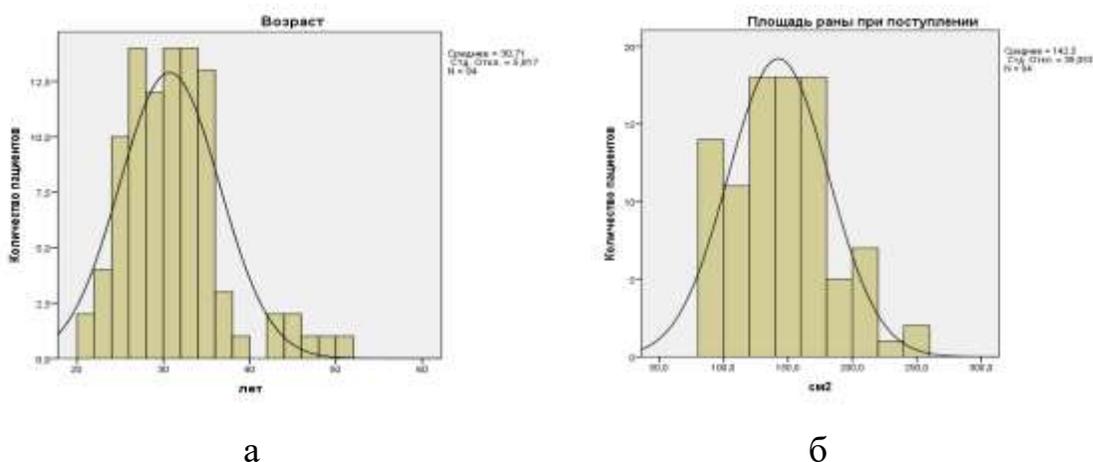


Рисунок 1 – Распределение раненых по возрасту (а) и площади раны (б)

Тяжесть общего состояния раненых по шкале ВПХ-П (ОР) составила от 2,9 до 9,0 балла, в среднем $5,3 \pm 1,7$ балла, что соответствует оценке «тяжёлое состояние» (Рисунок 2 а), в основной группе – в среднем 5,4 балла, в группе контроля – 5,2 балла ($p > 0,05$).

Время от момента ранения до госпитализации составило от 2 до 7 суток, в среднем $4,5 \pm 1,5$ суток. В основной группе этот показатель в среднем составил 4,4 суток, в группе контроля – 4,6 суток ($p > 0,05$).

Средний рост пациентов составил $177,5 \pm 7,4$ см, средний вес – $83,3 \pm 9$ кг. Индекс массы тела (ИМТ) для всей когорты в среднем составил $26,2 \pm 2,9$ кг/м², что соответствует границе между оценками «норма» и «избыточная масса» (Рисунок 2 б). В основной группе этот показатель в среднем составил 25,8 кг/м², в группе контроля – 26,6 кг/м² ($p > 0,05$).

Таким образом, по результатам дисперсионного анализа для независимых выборок можно сделать заключение об отсутствии статистически значимых отличий по основным параметрам, что говорит о сравнимости групп наблюдения.

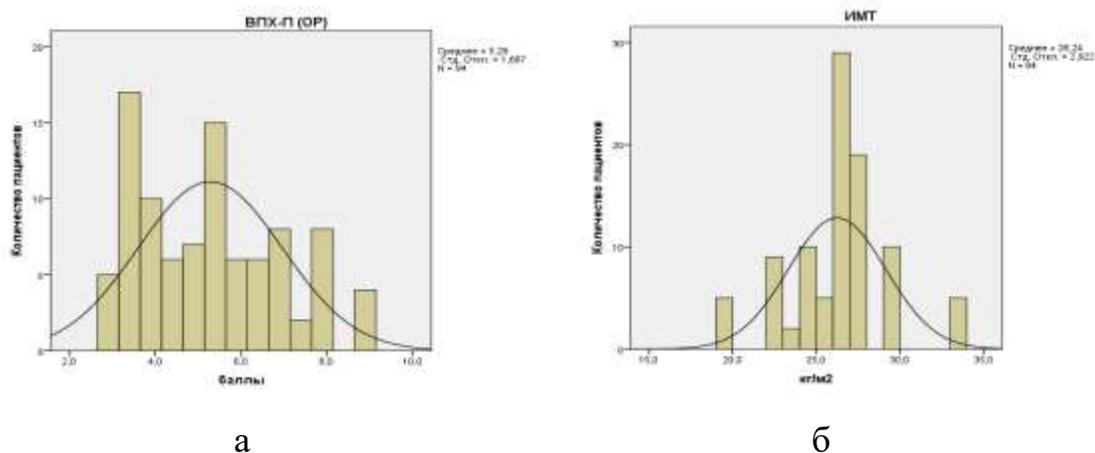


Рисунок 2 – а – тяжесть состояния по шкале ВПХ-П (ОР); б – индекс массы тела

Проводили клинико-рентгенологическое обследование, гистологическое и микробиологическое исследования, применяли шкалы ВПХ-П (ОР) и Бейтс–Дженсен, компьютерный анализ цифрового изображения поверхности раны с разработанной нами обновленной версией компьютерной программы «АналиРан 2.0».

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием приложения Microsoft Excel и программы «IBM SPSS Statistics 22». В качестве базовых методов анализа применялись: критерий χ^2 Пирсона; в качестве меры связи рассчитывался коэффициент сопряжённости ϕ (изучение номинальных признаков типа «да или нет»); коэффициент корреляции Кенделла (τ) – для признаков типа «лучше – хуже», в тестовых баллах; коэффициент корреляции Пирсона (R_x) или R_{xy} – для количественных данных. Оценка значимости различия средних значений показателей в независимых выборках производилась в программе с помощью t-критерия Стьюдента. Применявшиеся методы статистической обработки представлены для всех величин, полученных в исследовании, соответствовали

дизайну исследования и позволяли решить поставленные задачи с достаточной достоверностью. Всем раненым проводили комплексное лечение, включающее коррекцию общего состояния, оперативные вмешательства, направленные на санацию и заживление огнестрельной раны. Хирургическую обработку раны выполняли как первичную – в отсроченном порядке или повторном. Выполняли, по необходимости, рассечение, иссечение и промывание раны, удаляли инородные тела. На завершающем этапе хирургической обработки выполняли вакуумное дренирование ран с созданием в ране длительного отрицательного давления 120 мм рт. ст. (Рисунок 3).



а

б



в

г

Рисунок 3 – а – рассечение; б – иссечение; в – промывание;
г – вакуумная терапия раны

Целью первого этапа исследования было установление применимости использования программы «АналиРан» в целях оценки состояния тканей в огнестрельной ране, для чего у 30 пациентов тестировали рану с помощью программы «АналиРан», определяя такие состояния, как «грануляции», «фибрин» и «некроз». После чего из раны брали биопсийный материал (134 гистологических препарата), его сопоставляли с полученными оценками на разных сроках после хирургической обработки (Рисунок 4).

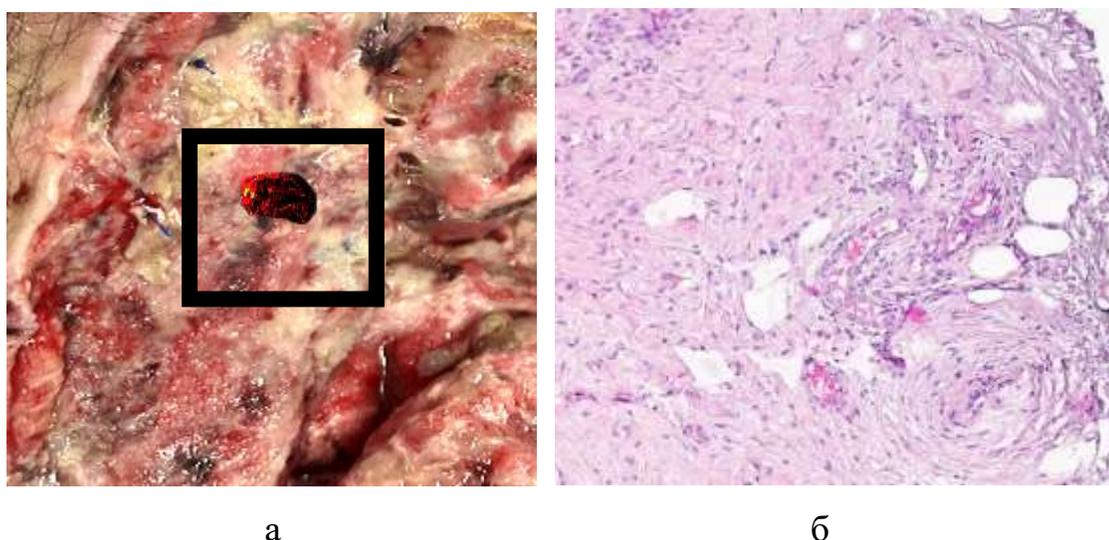


Рисунок 4 – Оценка тканей перед хирургической обработкой раны:
а – программа «АналиРан»; б – гистологическое исследование (окраска гематоксилином и эозином; увеличение $\times 200$)

Сопоставление результатов тестирования раны с помощью программы «АналиРан» и гистологических исследований показало, что количество тканей «некроз» и «фибрин», соответствующих данным характеристикам, было выше при гистологическом исследовании. При этом наибольшее отличие оценок отмечено при исследованиях, выполненных на 3-и и 7-е сутки. В более поздние сроки разница была уже не столь существенной, и к 14-м суткам эти оценки почти совпадали (Рисунки 5 и 6).

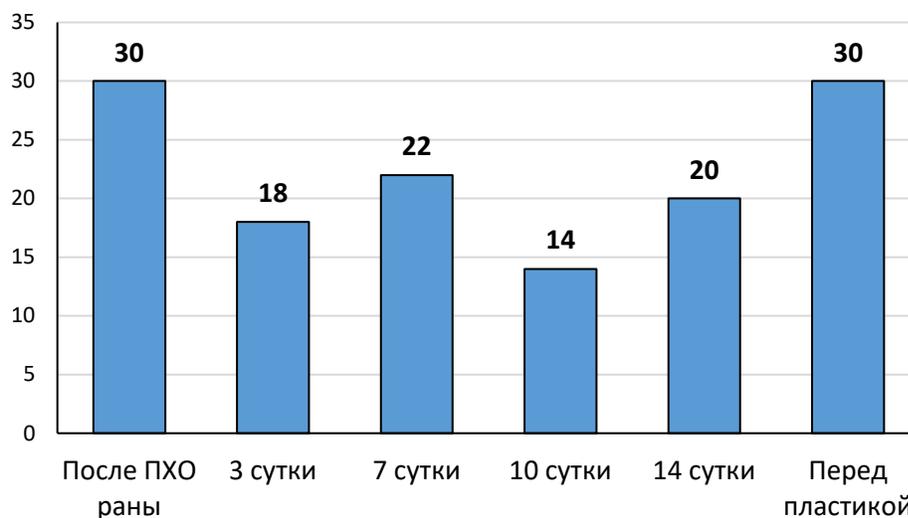


Рисунок 5 – Количество выполненных гистологических исследований

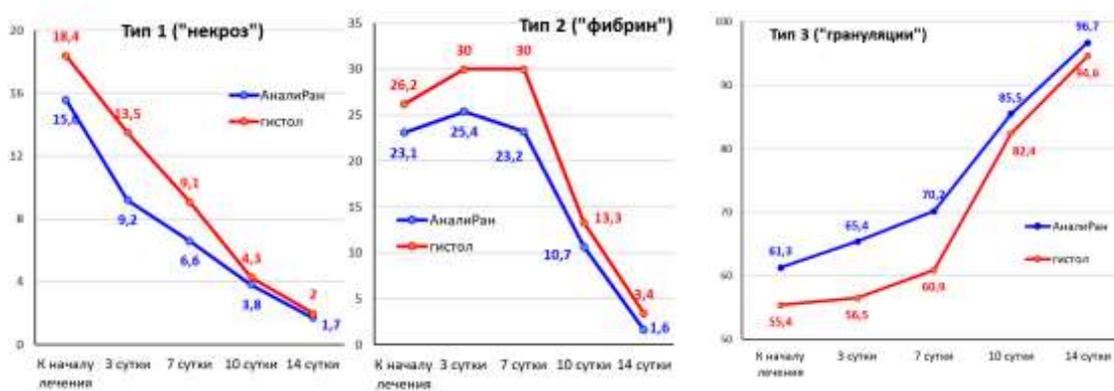


Рисунок 6 – Соотношение средних значений доли тканей 1-го, 2-го и 3-го типов по данным программы «АналиРан» и гистологического исследования (в % к общей площади раны)

Далее были выполнены операции кожной пластики у всех 30 пациентов. Показания к операции определяли по данным визуального инспектирования раны и по шкале Бейтс–Дженсен, согласно которой оценка раны должна была находиться в диапазоне «регенерация» (интервал от 13 до 39 баллов).

Из 30 выполненных реконструктивных операций у 13 (43,3%) человек раневой дефект был закрыт свободными расщеплёнными кожными трансплантатами, у 9 (30,0%) – перемещёнными кожными лоскутами, у 8 (26,7%) – свободными полнослойными лоскутами.

Осложнения в виде неприживления всего или большей части лоскута отмечены у 5 (16,7%) человек. У 25 пациентов, где пластика оказалась успешной, доля тканей 3-го типа, определённая с учётом корреляционного коэффициента по программе «АналиРан», превысила 90%, а доля тканей 1-го типа была меньше 3% (Таблица 1).

Таблица 1 – Характер тканей огнестрельных ран к моменту выполнения кожной пластики

Типы	Успешная пластика (n=25)	Осложнения (n=5)
1-й	1,8 (0,9–3,0)	4,2 (3,3–5,1)
2-й	2,4 (0,5–6,9)	10,5 (14,8–6,2)
3-й	95,8 (90,1–98,6)	85,3 (80,1–88,6)

На основании анализа наблюдений, проведённых на первом этапе исследования, нами был разработан алгоритм (Рисунок 7) принятия решения о возможности выполнения закрытия раневого дефекта и характере операции.

Тестирование раны по разработанному алгоритму выполняли в различные сроки наблюдения, и в соответствии с его рекомендациями осуществляли реконструктивную операцию.

На втором этапе исследования в соответствии с разработанным алгоритмом проведено лечение 64 пациентам, которые были разделены на две группы.

В группе контроля (n=33) лечение проводили с применением вакуум-терапии в режиме постоянной аспирации, с уровнем отрицательного давления 120 мм рт. ст. В основной группе (n=31) дополнительно при первичной хирургической обработке на рану воздействовали узкополосным лазерным излучением с длиной волны 980 нм.

По всем основным параметрам к началу лечения пациенты обеих групп были сопоставимы ($p>0,05$) (Таблица 2).

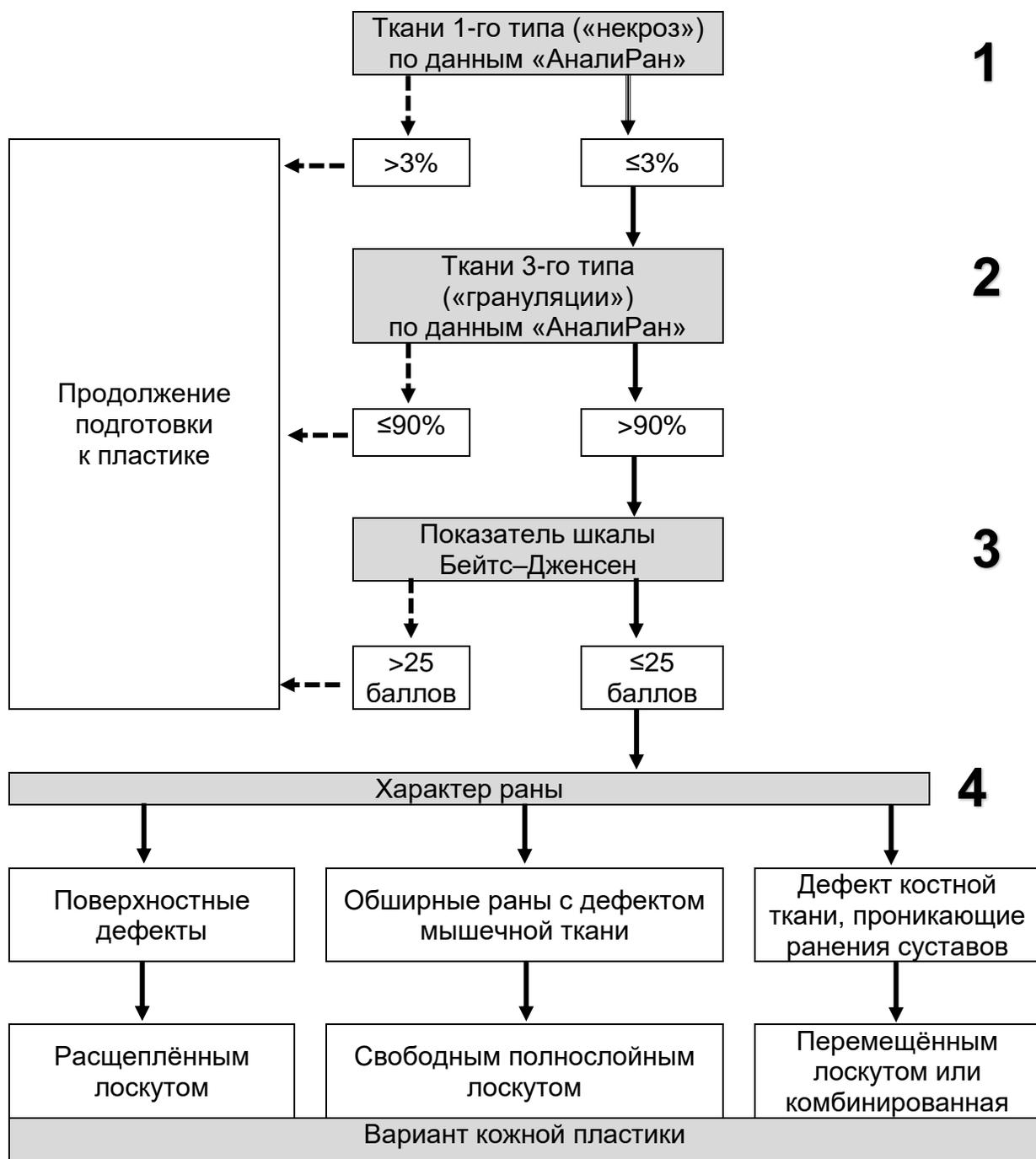


Рисунок 7 – Алгоритм принятия решения о выполнении кожной пластики огнестрельной раны

Таблица 2 – Характеристика пациентов второго этапа исследования

Показатели	Основная группа (n=31)		Группа контроля (n=33)		Разница	p
	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее	Стандартное отклонение		
ИМТ	26,3	3,1	26,4	3,1	0,1	0,963
Площадь раны (см ²)	143,0	39,6	135,3	31,5	7,7	0,391
Время (сутки)	4,5	1,6	4,4	1,4	0,1	0,737
Оценка ВПХ-П (ОР) (баллы)	5,3	1,9	5,1	1,4	0,2	0,630
Грануляции (%)	47,8	18,8	54,2	16,4	6,4	0,154
Некроз (%)	25,2	12,3	23,8	9,3	1,4	0,598
Фибрин (%)	23,2	9,2	24,2	8,4	1,0	0,654

В комплексе лечения при завершении хирургической обработки раны проводили указанную выше терапию и определяли динамику различных типов тканей (Рисунок 8).



Рисунок 8 – Динамика доли тканей 1-го, 2-го и 3-го типов в ранах (средние значения в %)

Таким образом, исследование в процессе лечения изменений характера раневых тканей показало, что после лазерной обработки их положительная трансформация протекает существенно быстрее. Особенно значительным оказалось преимущество основной группы по всем фиксируемым параметрам к 7-м суткам наблюдения, что позволило у части пациентов основной группы уже в эти сроки определить показания к выполнению реконструктивного этапа лечения. Средний срок выполнения

реконструктивных операций в основной группе составил 10,7 суток, а в группе контроля – 14,6 суток, то есть на 3,9 суток больше ($p < 0,05$) (Рисунок 9).

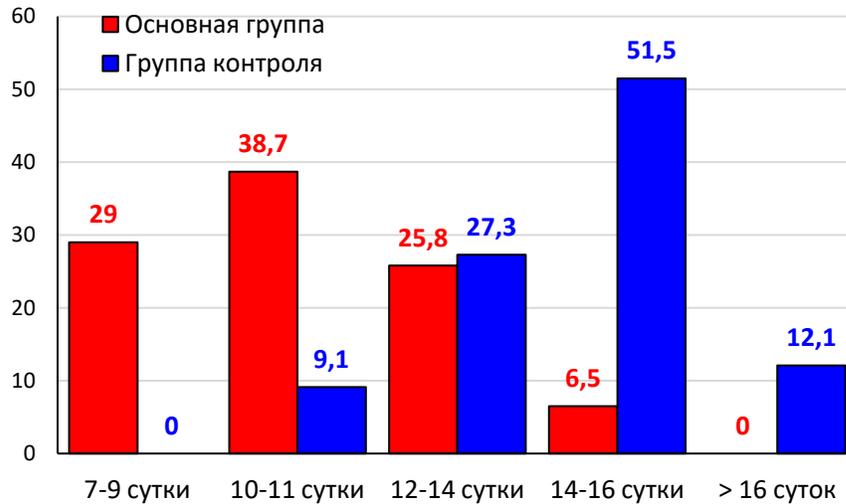


Рисунок 9 – Сроки выполнения кожной пластики (в % к количеству пациентов)

В среднем у пациентов основной группы подготовить рану к кожной пластике в первые 2 недели удалось в 2,6 раза чаще, чем в группе контроля. Были исследованы только ранние местные осложнения, связанные с приживлением кожных лоскутов. Тем не менее в основной группе не было отмечено ни одного осложнения, а в группе контроля таких осложнений было три (9,1%). В двух случаях констатированы частичные некрозы, что потребовало проведения дополнительного местного лечения, но существенно не повлияло на результат.

ВЫВОДЫ

1. В огнестрельной ране доля тканей 1-го типа («некроз») и 2-го типа («фибрин»), определённая с помощью программы «АналиРан», во все сроки наблюдения меньше, чем по данным морфологического исследования, а доля тканей 3-го типа («грануляции») – больше, что для объективной оценки требует применения коэффициентов корреляции.

2. Использование вакуум-терапии в комплексном лечении обширных огнестрельных ран конечностей позволило добиться существенного изменения соотношения тканей в пользу тканей 3-го типа к 10-м суткам и подготовить рану к кожной пластике в среднем к 14,6 суток, причём у 78,8% пациентов эти сроки находились в интервале 12–16 суток.

3. Успешное выполнение кожной пластики становится возможным при снижении доли тканей 1-го типа («некроз») до значений $\leq 3\%$, возрастании доли тканей 3-го типа $>90\%$ и показателе шкалы Бейтс–Дженсен ≤ 25 баллов.

4. Включение в комплекс лечения наряду с вакуум-терапией обработки огнестрельной раны лазерным излучением с длиной волны 980 нм позволило добиться существенного преобладания тканей 3-го типа уже к 3-м суткам и подготовить рану к кожной пластике в среднем к 10,7 суток, причём у 93,5% пациентов эта операция была выполнена в течение первых 14 суток.

5. Включение в комплекс лечения огнестрельных ран лазерной обработки позволило подготовить их к кожной пластике в среднем на 3,9 суток быстрее и выполнить такие операции в первые 2 недели в 2,6 раза чаще.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При исследовании состояния тканей в огнестрельной ране их соотношение, определённое с помощью программы «АналиРан», необходимо оценивать с применением поправочного коэффициента – повышающего для тканей 1-го и 2-го типов, и понижающего – для тканей 3-го типа.

2. После выполнения первичной хирургической обработки огнестрельной раны следует однократно обработать её узкополосным низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны 980 нм на расстоянии 2 см от поверхности, распределив его на несколько локусов, с диаметром каждого пятна 40 мм, общим временем экспозиции 7 минут и средней мощностью 3 Вт. Затем необходимо, меняя повязку

каждые 72 часа, проводить вакуумное дренирование раны по стандартной методике, с постоянным уровнем отрицательного давления 120 мм рт. ст., до констатации готовности раны к кожной пластике.

3. Критериями готовности раны к выполнению кожной пластики согласно разработанному алгоритму является сочетание следующих показателей: по данным программы «АналиРан» с применением коэффициента корреляции доля тканей 1-го типа $\leq 3\%$ и тканей 3-го типа $>90\%$, а также суммы баллов по шкале Бейтс–Дженсен не выше 25.

4. Кожную пластику огнестрельной раны следует выполнять сразу после того, как в соответствии с алгоритмом будет определена её готовность к такой операции. Чем раньше удастся выполнить операцию, тем лучше будет результат.

5. Выбор варианта кожной пластики зависит от характера раны: для поверхностных ран целесообразно применять пластику расщеплённым аутодермотрансплантатом, для ран со значительным дефектом мягких тканей – свободным полнослойным лоскутом, для ран с дефектами костной ткани или проникающих в сустав – перемещённым полнослойным лоскутом, или при большой площади раны – в комбинации с расщеплённым аутодермотрансплантатом.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Применение вакуум-терапии и лазерных технологий в комплексном лечении огнестрельных ранений конечностей / Д.В. Давыдов, А.А. Керимов, Л.К. Брижань, И.Е. Онницев, А.Б. Земляной, **В.Д. Беседин** [и др.] // Материалы XV съезда российского общества хирургов совместно с IX конгрессом московских хирургов. – Москва, 2017. – № 560. – С. 269.

2. Лечение огнестрельных ран конечностей с использованием физических и ортобиологических методов / Д.В. Давыдов, А.А. Керимов, **В.Д. Беседин** [и др.] // **Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко.** – 2022. – № 4 (10). – С. 5–15.

3. Эффективность лазерной терапии в комплексном лечении огнестрельных ран конечностей с обширным повреждением мягких тканей / **В.Д. Беседин**, А.Б. Земляной, И.В. Хомянец [и др.] // **Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко**. – 2023. – № 3 (13). – С. 6–14.

4. Применение ортобиологических методов в лечении огнестрельных ранений / Д.В. Давыдов, Л.К. Брижань, А.А. Керимов, **В.Д. Беседин** [и др.] // **Opinion Leader**. – 2023. – № 2 (59). – Т. 3. – С. 20–26.

5. Последовательное применение физических и ортобиологических методов лечения обширных огнестрельных ран: клинический случай / А.А. Керимов, **В.Д. Беседин**, Д.А. Найда [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2023. – № 4 (54). – С. 70–75.

6. Перспективы применения лазерной терапии при лечении огнестрельных ран конечностей (обзор) / Д.В. Давыдов, А.А. Керимов, **В.Д. Беседин** [и др.] // **Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова**. – 2024. – Т. 19. – № 2. – С. 123–127. [Web of Science]

7. **Патент на изобретение № 2818931 С1**, Российская Федерация, А61В 17/00, А61В 18/20, А61N 5/067, А61М 27/00. Способ лечения огнестрельных ран конечностей / Е.В. Губина, И.А. Кирилова, А.А. Корыткин, Д.В. Давыдов, Л.К. Брижань, А.А. Керимов, **В.Д. Беседин** [и др.] – 2023110122, заявл.19.04.2023, опубл. **07.05.2024**, Бюллетень №13

8. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024665846**, Российская Федерация. **АналиРан 2.0** / Г.Г. Иванов, И.А. Балашов, А.М. Кисленко, Романюк Н.А., Хорошайлов А.В., **Беседин В.Д.** – 2024615179, заявл. 13.03.2024, опубл. **08.07.2024**, Бюллетень №7