

ВОЗМОЖНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОЛОГИЧНЫХ КЛЕТОК СТРОМАЛЬНО-ВАСКУЛЯРНОЙ ФРАКЦИИ В МЕСТНОМ ЛЕЧЕНИИ ГЛУБОКИХ ОЖОГОВ

Алексеев А.А.^{2,3}, Костяков Д.В.¹, Зиновьев Е.В.¹, Мануковский В.А.¹,

Филимонов К.А.², Хромина С.С.², Дерий Э.К.¹

¹ *Санкт-Петербургский Научно-Исследовательский Институт Скорой Помощи имени И. И. Джанелидзе, 192242, Россия, Санкт-Петербург, Будапештская ул., д. 3, лит. А*

² *Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского, 117997, Россия, Москва, ул. Большая Серпуховская, дом 27*

³ *Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, 117997, Россия, Москва, ул. Большая Серпуховская, дом 27*

Резюме.

Введение. Ожоговые поражения занимают одно из первых мест в общей структуре травматизма. Высокая частота осложнений течения раневого процесса при ожоговой травме требует постоянного поиска новых методов их хирургического и консервативного лечения. В настоящее время все большее внимание уделяется регенеративной медицине. При этом, важное научно-практическое значение отводится применению минимально-манипулированных клеток на основе стромально-васкулярной фракции жировой ткани (СВФ ЖТ) в т.ч. в комбинации с обогащённой тромбоцитами плазмой (ОТП).

Цель исследования. Оценить эффективность технологии местного лечения глубоких ожогов на основе аппликационного применения аутологичных клеток СВФ ЖТ, в том числе в комбинации с ОТП, при аутодермопластике расщепленным сетчатым трансплантатом.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на результатах хирургического лечения 54 пациентов с глубокими ожогами кожи, госпитализированных в ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского». Всем пациентам выполнялась

аутодермопластика расщепленным, сетчатым трансплантатом с перфорацией от 1:3 до 1:6 с аппликационным применением аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП.

В ходе работы оценивались сроки начала эпителизации перфорационных ячеек и окончательного приживления аутодермотрансплантатов, анализировалась частота послеоперационных осложнений, а также цитологическая картина раневой поверхности, интенсивность микроциркуляции на 5 сутки после кожной пластики и продолжительность хирургического вмешательства. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием общепринятых методов вариационной статистики. Альтернативная гипотеза принималась при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Установлено, что аппликация СВФ в комбинации с ОТП позволила добиться уменьшения сроков начала эпителизации перфорационных ячеек и окончательного приживления трансплантатов по сравнению с традиционной техникой на 36,3% ($p < 0,05$) и 26% ($p < 0,05$), соответственно, а также снизить частоту послеоперационных осложнений в 2 раза ($p < 0,05$). При использовании трансплантатов с перфорацией 1:6 также отмечено уменьшение сроков эпителизации на 7 суток (на 39%) в сравнении с традиционным методом восстановления целостности кожного покрова. Цисследование раневой поверхности позволило свеидетельствует о противовоспалительном и регенераторном эффекте СВФ в комбинации с ОТП. Отмечено снижение нейтрофилов и макрофагов на 34,1% и 32% и увеличение фиброцитов, фибробластов в 1,7 ($p < 0,05$) и 2,2 ($p < 0,05$) раза, соответственно. Интенсивность микроциркуляции в зоне трансплантации характеризуется двукратным повышением. Предлагаемая методика не увеличивает общую продолжительность хирургического вмешательства.

Заключение. Аппликационное применение аутологичных клеток СВФ ЖТ, в том числе в комбинации с ОТП при выполнении аутодермопластики, позволяет улучшить результаты хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами.

Ключевые слова: ожоги, стромально-васкулярная фракция, аутодермопластика, мезенхимальные стволовые клетки, PRP, обогащённая тромбоцитами плазма

Для корреспонденции: Костяков Денис Валерьевич, dr.kosdv@ya.ru

POSSIBILITIES AND RESULTS OF USE OF AUTOLOGIC CELLS OF STROMAL-VASCULAR FRACTION IN LOCAL TREATMENT OF DEEP BURNS

Alekseev A.A.^{2,3}, Kostyakov D.V.¹, Zinoviev E.V.¹, Manukovsky V.A.¹, Filimonov K.A.², Hromina S.S.², Derii E.K.¹

¹ *Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze research institute of emergency medicine, St. Petersburg, Russia*

² *A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, 117997, Russia, Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya st., 27*

³ *Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 117997, Russia, Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya st., 27*

Summary. Introduction. Burn injuries occupy one of the first places in the overall structure of traumatism. The high frequency of complications of the wound process in burn injuries requires a constant search for new methods of their surgical and conservative treatment. Currently, more and more attention is paid to regenerative medicine. At the same time, important scientific and practical significance is given to the use of minimally manipulated cells based on the stromal-vascular fraction of adipose tissue (SVF AT), including in combination with platelet-rich plasma (PRP).

Purpose of the study. To evaluate the effectiveness of the technology of local treatment of deep burns based on the application of autologous SVF AT cells, including in combination with PRP, in autodermoplasty with a split mesh graft.

Materials and methods of research. The study is based on the results of surgical treatment of 54 patients with deep skin burns hospitalized in Saint-

Petersburg I.I. Dzhanelidze research institute of emergency medicine and A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery. All patients underwent autodermoplasty with a split, mesh transplant with perforation from 1:3 to 1:6 with application of autologous SVF ZH cells in combination with PRP.

During the work, the timing of the onset of epithelialization of perforation cells and the final engraftment of autodermografts was assessed, the frequency of postoperative complications was analyzed, as well as the cytological picture of the wound surface, the intensity of microcirculation on the 5th day after skin grafting and the duration of surgical intervention. Statistical data processing was carried out using generally accepted methods of variation statistics. The alternative hypothesis was accepted at $p < 0,05$.

Research results. It was established that the application of SVF in combination with PRP allowed to reduce the time of the onset of epithelialization of perforation cells and the final engraftment of grafts compared to the traditional technique by 36.3% ($p < 0.05$) and 26% ($p < 0.05$), respectively, and also to reduce the frequency of postoperative complications by 2 times ($p < 0.05$). When using grafts with perforation 1:6, a decrease in the epithelialization time by 7 days (by 39%) was also noted compared to the traditional method of restoring the integrity of the skin. Cys-examination of the wound surface allowed to testify to the anti-inflammatory and regenerative effect of SVF in combination with PRP. A decrease in neutrophils and macrophages by 34.1% and 32% and an increase in fibrocytes, fibroblasts by 1.7 ($p < 0,05$) and 2.2 ($p < 0,05$) times, respectively, were noted. The intensity of microcirculation in the transplantation zone is characterized by a twofold increase. The proposed technique does not increase the overall duration of surgical intervention.

Conclusion. The application of autologous SVF HT cells, including in combination with PRP when performing autodermoplasty, improves the results of surgical treatment of patients with deep burns.

Key words: burns, stromal-vascular fraction, autodermoplasty, mesenchymal stem cells, PRP, platelet-rich plasma

Введение. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ожоги занимают третье место среди всех травм. Одной из основных задач лечения пациентов с ожоговой травмой является восстановление целостности кожного покрова в ранние сроки [1]. Однако это не всегда возможно, особенно у больных с обширными глубокими ожогами, из-за тяжести состояния пациента, а так же дефицита неповрежденной кожи, которую можно использовать для аутодермопластики [2,3].

В настоящее время основным методом оперативного лечения является некрэктомия с одномоментной или отсроченной аутодермопластикой свободным, расщепленным кожным трансплантатом [4]. При обширных глубоких ожогах используется сетчатый кожный трансплантат с различной степенью перфорации. Однако, при дефиците неповрежденных кожных покровов у больных с ожогами более 30% поверхности тела, с целью экономии донорских ресурсов, часто возникает необходимость использования аутооттрансплантатов с коэффициентом перфорации 1:6. Вместе с тем при использовании этого метода кожной пластики у тяжелообожженных, как правило, отмечается достаточно высокий процент послеоперационных осложнений (до 40%) в виде регресса трансплантата [5].

Высокая частота осложненного течения раневого процесса при обширной ожоговой травме требует постоянного поиска новых, инновационных методов лечения, направленных на повышение эффективности операций по восстановлению целостности кожного покрова [6].

Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы является развитие и внедрение в клиническую практику биотехнологических методов восстановления целостности кожного покрова [7,8].

В 90-е годы в России был разработан и успешно применялся на практике эффективный метод лечения глубоких ожогов на основе культивированных фибробластов в комбинации с аутодермопластикой перфорированным сетчатым трансплантатом. Комбинированная аутодермопластика сетчатым кожным трансплантатом с перфорацией 1:6 с трансплантацией

культивированных фибробластов при лечении пациентов с обширными глубокими ожогами позволила уменьшить число местных послеоперационных осложнений и в 94% наблюдений обеспечило приживление кожных трансплантатов на 12-14 день после хирургического вмешательства. Однако дальнейшее совершенствование и применение указанного метода лечения в широкой клинической практике в настоящее время ограничивается научно-исследовательскими работами [9].

Сохраняющаяся актуальность проблемы восстановления целостности кожного покрова у пациентов с обширными ожогами обуславливает необходимость разработки новых биотехнологических методов лечения, одним из них может стать местное лечение глубоких ожогов на основе аппликационного применения аутологичных клеток СВФ, в том числе в комбинации с обогащённой тромбоцитами плазмой (ОТП) [10].

В настоящее время такая работа проводится в ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт имени И.И. Джанелидзе» и ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» МЗ РФ. В частности, разрабатываются способы получения и комбинированного применения аутологичных клеток СВФ жировой ткани при аутодермопластике у больных с глубокими ожогами.

Цель исследования. Оценить эффективность технологии местного лечения глубоких ожогов на основе аппликационного применения аутологичных клеток стромально-васкулярной фракции жировой ткани (СВФ ЖТ), в том числе в комбинации с обогащённой тромбоцитами плазмой (ОТП), при аутодермопластике расщепленным сетчатым трансплантатом.

Материалы и методы. Настоящая работа основана на результатах исследования 54 пациентов с глубокими ожогами, из которых 43 пациента находились на стационарном лечении в отделе термических поражений ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе в период с 2020 по 2023 гг., и 11 пациентов – в отделе термических поражений ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В.

Вишневого» Минздрава России в 2022 – 2023 гг., которым с целью восстановления целостности кожного покрова выполнялась аутодермопластика.

Пострадавшие, находившиеся на лечении в ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе были разделены на две группы в зависимости от метода выполнения кожной пластики. Первая (основная) группа включала 23 пациента, у которых хирургическое восстановление кожного покрова было дополнено трансплантацией аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП. Группа сравнения была представлена 20 пациентами, которым аутодермотрансплантация была выполнена по общепринятым методикам. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе, протокол № 1-8 от 10 октября 2020.

Общая характеристика клинических наблюдений в ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Общая сравнительная характеристика клинических наблюдений с учетом группы исследования

Анализируемый показатель		Группы исследования		Единицы измерения
		СВФ+ОТП	традиционная методика	
пол	мужской	20	18	чел.
	женский	3	2	чел.
возраст		39,6 ± 4,9	42,4 ± 3,8	лет
общая площадь ожогов кожи		12,7 ± 2,2	11,5 ± 3,4	% п.т.
площадь глубоких ожогов кожи		8,4 ± 1,4	8,4 ± 1,4	% п.т.

Примечание: Критерий U Манна-Уитни: * - $p < 0,05$ относительно группы сравнения

Критериями включения в исследования являлись следующие параметры: возраст от 18 до 59 лет, общая площадь ожога кожи до 15% поверхности тела, при этом площадь глубокого ожога III степени по МКБ-10 до 10% поверхности

тела, площадь аутодермопластики до 5% поверхности тела. Также были определены критерии исключения из исследования: отказ пациента от применения СВФ, онкологические заболевания, выявленные за последние 5 лет, беременность или период грудного вскармливания, прием пациентом иммуносупрессивных препаратов, подтвержденные носители ВИЧ, сифилиса, гепатита В или С.

В ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России пациенты так же были разделены на две группы. В первую, основную группу вошли 6 пациентов с обширными глубокими ожогами и дефицитом неповрежденной кожи, которую можно использовать для трансплантации на раневую поверхность. В связи с этим хирургическое лечение предусматривало выполнение аутодермопластики расщепленными трансплантатами перфорированными в соотношении 1:6 с одномоментной аппликацией аутологичных клеток СВФ ЖТ. Во вторую группу (сравнения) вошли 5 пациентов, у которых лечение обширных глубоких ожогов предусматривало стандартное выполнение аутодермопластики расщепленным трансплантатом с перфорацией 1:6. Критериями включения в исследования были выбраны следующие параметры: возраст от 18 до 65 лет, общая площадь ожога кожи до 60% поверхности тела, при этом площадь глубокого ожога III степени по МКБ-10 - до 30% поверхности тела, площадь аутодермопластики до 20% поверхности тела. Также были определены критерии исключения из исследования, аналогичные соответствующим критериям НИИ СП им. И.И. Джанелидзе. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, протокол № 005-2022 от 17.06.2022.

Общая характеристика клинических наблюдений в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России представлена в таблице 2.

Общая сравнительная характеристика клинических наблюдений с учетом группы исследования

Анализируемый показатель		Группы исследования		Единицы измерения
		СВФ	традиционная методика	
пол	мужской	5	4	чел.
	женский	1	1	чел.
возраст		37,8±2,1	39,2 ± 2,3	лет
общая площадь ожогов кожи		32±2,3	39,7 ± 3,1	% п.т.
площадь глубоких ожогов кожи		18,6±2,8	17,7 ± 1,8	% п.т.

Примечание: Критерий U Манна-Уитни: * - $p < 0,05$ относительно группы сравнения

Представленные данные позволяют заключить, что сформированные группы исследования являются сопоставимыми по основным контрольным показателям. Значимых статистических различий не получено.

Аппликационное применение СВФ ЖК и ОТП в комбинации с аутодермопластикой включало следующие этапы. Под общей анестезией после обработки операционного поля, дерматомом выполнялось взятие аутодермотрансплантатов толщиной 0,3-0,4 мм. Донорская рана закрывалась салфеткой, пропитанной гемостатическим раствором. Далее с помощью перфоратора на трансплантаты наносились перфорационные отверстия, повышающие коэффициент пластики 1:3, которые укладывались на раневую поверхность. В основной группе исследования перед пересадкой расщепленного перфорированного трансплантата выполнялась трансплантация аутологичных клеток СВФ в комбинации с ОТП аппликационным методом. В группе сравнения данный этап хирургического вмешательства отсутствовал.

Первая перевязка при неосложненном течении раневого процесса осуществлялась на 3-5 сутки после хирургического вмешательства.

Суспензия СВФ изготавливалась из аутологичной жировой ткани пациента путем её механической деструкции. На первом этапе выполнялась липоаспирация жировой ткани (рис. 1).



Рисунок 1. А – Липоаспирация области передней брюшной стенки. Б – Липоаспират

Затем полученная жировая ткань переносилась в шприцы (рис. 2А) и подвергалась первичному центрифугированию в течении четырех минут при 2500 оборотов в минуту. В результате в шприцах формировалось три фракции (рис. 2Б): верхняя – представлена фрагментами разрушенных адипоцитов, средняя – жизнеспособными, интактными жировыми клетками и нижняя – инфильтрационным раствором. Первая и третья фракции – удалялись (рис. 2В), а вторая – пропусклась через эмульсификатор (рис. 2Г) для достижения гомогенной субстанции, которая вновь подвергалась процедуре центрифугирования при 3000 оборотов в минуту в течении двух минут. В результате повторного центрифугирования вновь формировалось две фракции – верхняя, представленная разрушенными адипоцитами и нижняя, представленная СВФ жировой ткани (рис. 2Д), которая переносилась в отдельный шприц и была готова к применению (рис. 2Е).

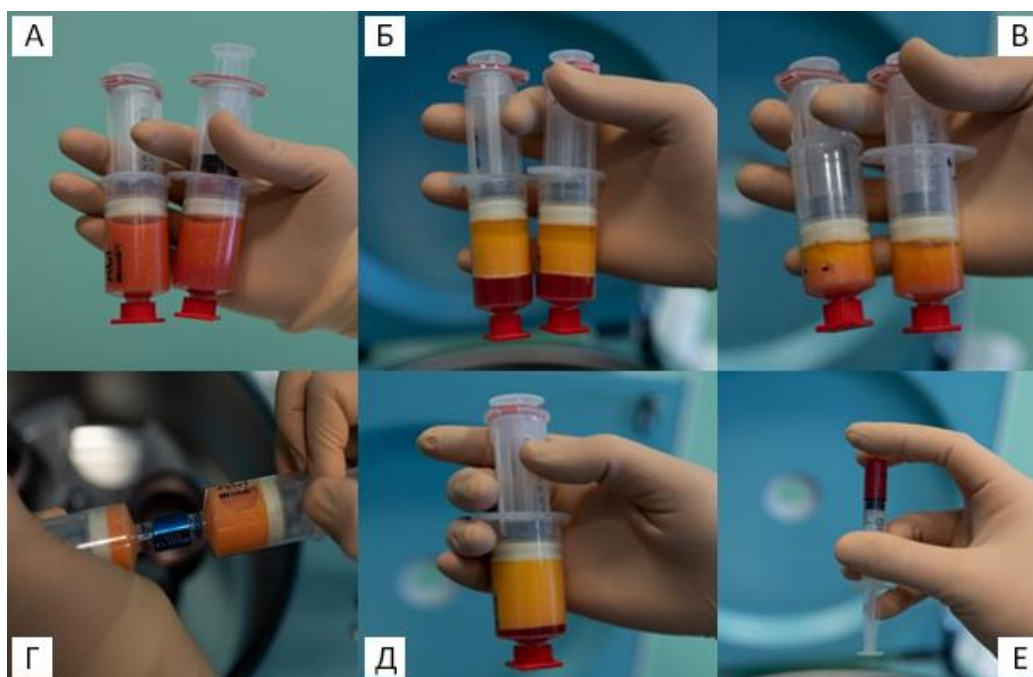


Рисунок 2. Процесс получения SVF жировой ткани

ОТП изготавливалась по следующей методике (рис. 3). Шприц емкостью 15 мл заполнялся цельной венозной кровью пациента и помещался в контейнер бакет-роторной центрифуги (рис. 3А). Далее биологический материал центрифугировался при 2500 оборотов в течении 4 минут (рис. 3Б). После извлечения шприца плазма крови отделялась от форменных элементов крови пациента и объединялась с подготовленной СВФ (рис. 3В).

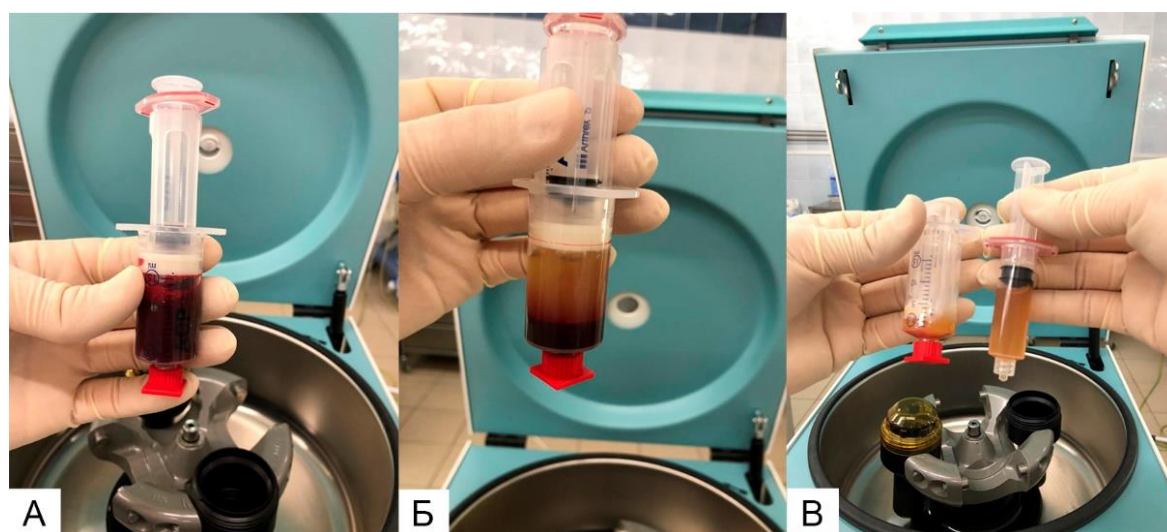


Рисунок 3. Процесс получения PRP

В ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России забор жировой ткани у пациентов осуществлялся аналогично, с использованием шприцевой липоаспирации. Выделение аутологичных регенеративных клеток СВФ ЖТ осуществлялось ферментативным методом (патент № 2668801).

Трансплантация аутологичных клеток СВФ ЖТ выполнялась аппликационным методом после аутодермопластики расщепленным сетчатым трансплантатом с перфорацией 1:6 с последующим закрытием атравматическими повязками «Активтекс».

Для оценки полученных результатов фиксировались сроки начала эпителизации перфорационных ячеек и окончательного приживления аутодермотрансплантатов, изучалась частота послеоперационных осложнений, а также цитологическая картина раневой поверхности и интенсивность микроциркуляции на 5 сутки после кожной пластики. Последняя изучалась прибором ЛАКК 02 (НПО «ЛАЗМА», Россия) с длиной волны 0,8 мкм, что обеспечивало исследование состояния микроциркуляторного русла на глубину до 3 мм. В качестве контроля использовался показатель микроциркуляции на аналогичном интактном участке коже того же сегмента тела, где выполнялась операция. Дополнительно изучалась длительность хирургического вмешательства в зависимости от выбранной методики его выполнения.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методикам вариационной статистики с использованием компьютерной системы STATISTICA 12.6 for Windows, программы MS-Excel. Количественные параметры исследуемых групп сравнивались с использованием непараметрических критериев U-Манна-Уитни и χ^2 -Пирсона. Альтернативная гипотеза принималась при величине $p < 0,05$.

Результаты исследования. Применение аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП при аутодермопластике сетчатым трансплантатом с перфорацией 1:3 позволило уменьшить сроки восстановления целостности кожного покрова (рис. 4).

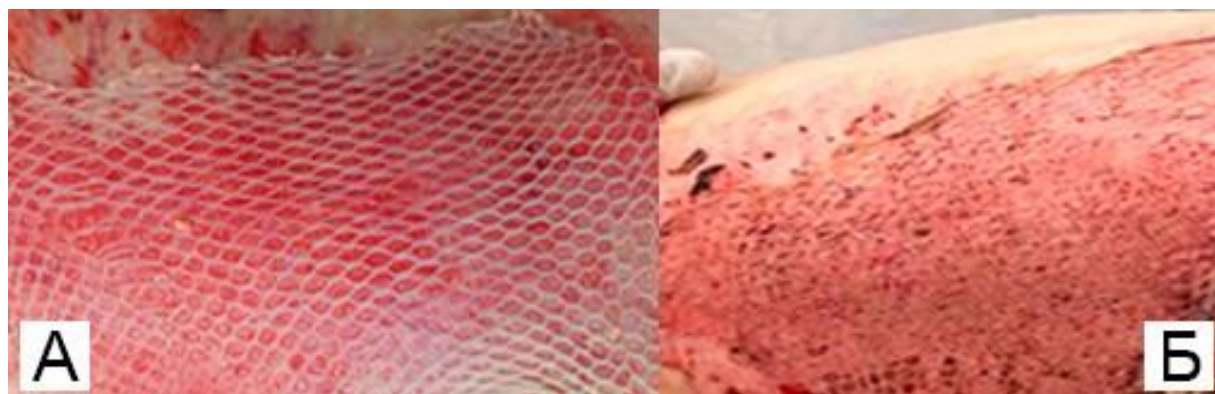


Рисунок 4. Пациент Б., 68 лет. А – Аутодермопластика сетчатыми трансплантатами с коэффициентом перфорации 1:3 в сочетании с СВФ и ОТП.
Б – Внешний вид раны на 5-е сутки после кожной пластики

Результаты оперативного лечения больных с глубокими ожогами в основной и сравниваемой группах представлены на рисунке 5 (ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе).

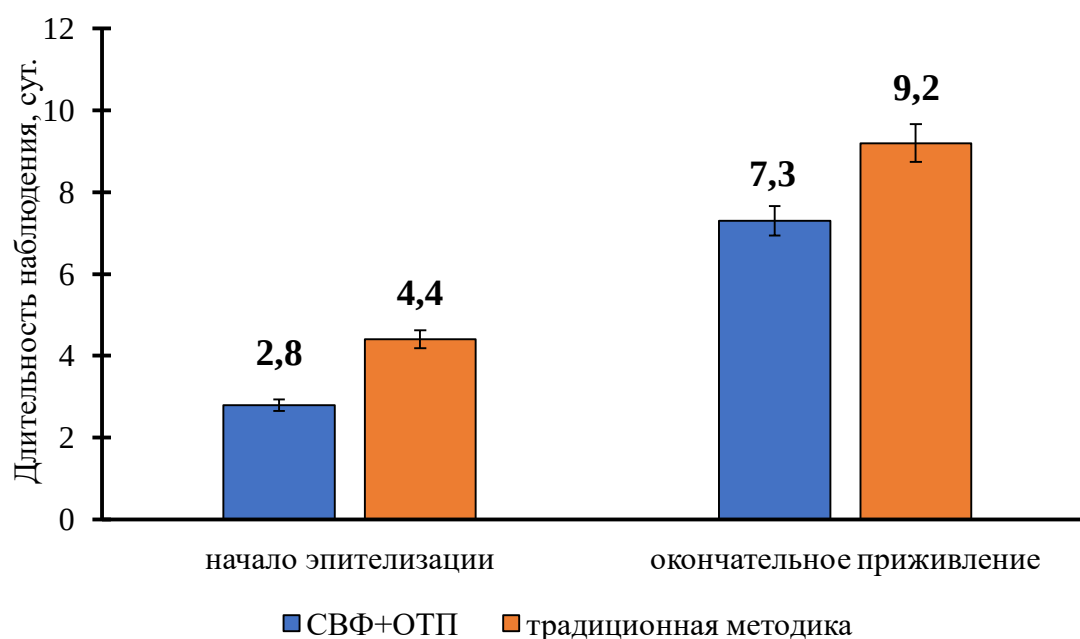


Рисунок 5. Оценка эффективности аутодермопластики у больных с глубокими ожогами при использовании аутологичных клеток СВФ в комбинации с ОТП и в сравниваемой группе

Приведённые данные позволяют сделать вывод о том, что средние сроки начала эпителизации перфорационных ячеек в группе пациентов с

трансплантацией аутологичных клеток СВФ в комбинации с ОТП аппликационным методом составили 2,8 суток, что на 36,3% ($p<0,05$) меньше аналогичного показателя при традиционной методике выполнения кожной пластики. Окончательные сроки приживления аутодермотрансплантатов в этой группе также были минимальными – 7,3 суток. При этом сроки эпителизации в группе сравнения составили в среднем 9,2 суток, что на 26% ($p<0,05$) больше, по сравнению со сроками заживления ран у пациентов основной группы.

Результаты аутодермопластики расщепленным, сетчатым трансплантатом с высокой степенью соотношения перфорационных ячеек (1:6) в комбинации с трансплантацией аутологичных клеток СВФ ЖТ аппликационным методом у пациентов с обширными глубокими ожогами в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, представлены на рисунке 6.

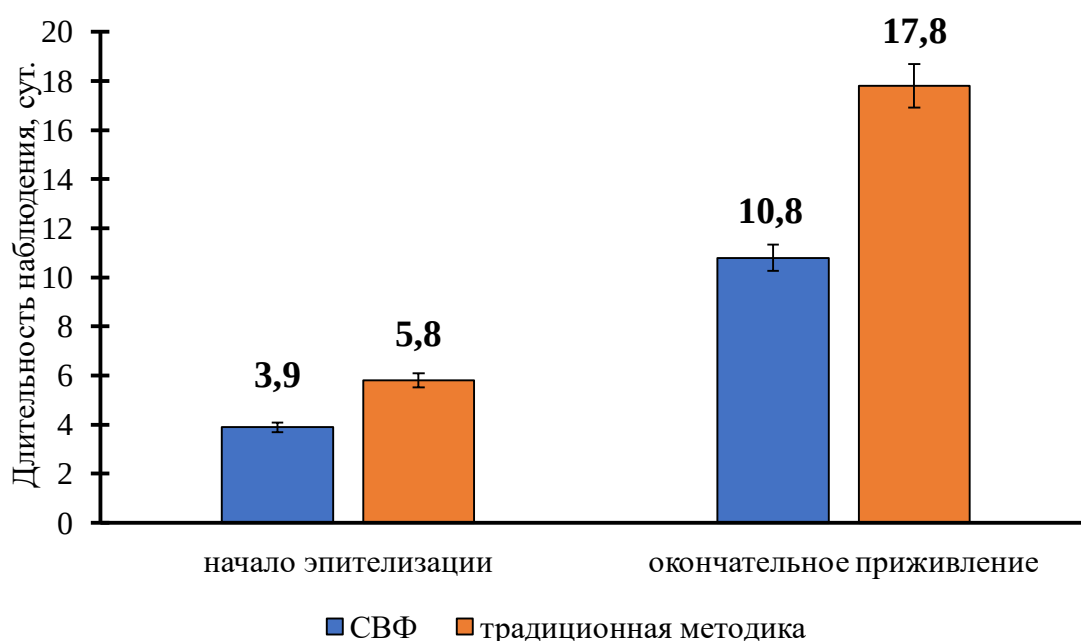


Рисунок 6. Оценка эффективности аутодермопластики у больных с обширными глубокими ожогами при использовании аутологичных клеток СВФ ЖТ и в сравниваемой группе

Таким образом выполнение аутодермопластики расщепленным трансплантатом с высоким коэффициентом перфорации (1:6) в комбинации с трансплантацией аутологичных клеток СВФ ЖТ аппликационным методом

позволило добиться начала эпителизации в перфорационных ячейках на $3,9 \pm 1,3$ сутки, что на 32% ($p < 0,05$) меньше, чем в группе сравнения. Соответственно сроки полной эпителизации пересаженного трансплантата составили в среднем $10,8 \pm 2,5$ суток, что на 39% ($p < 0,05$) меньше сроков эпителизации при традиционной аутодермопластике.

Одной из основных причин неудовлетворительных результатов кожной пластики у пострадавших с глубокими ожогами кожи является развитие раневой инфекции в области оперативного вмешательства с возможным лизисом и отторжением аутодермотрансплантатов. Частота послеоперационных осложнений представлены на рисунке 7.

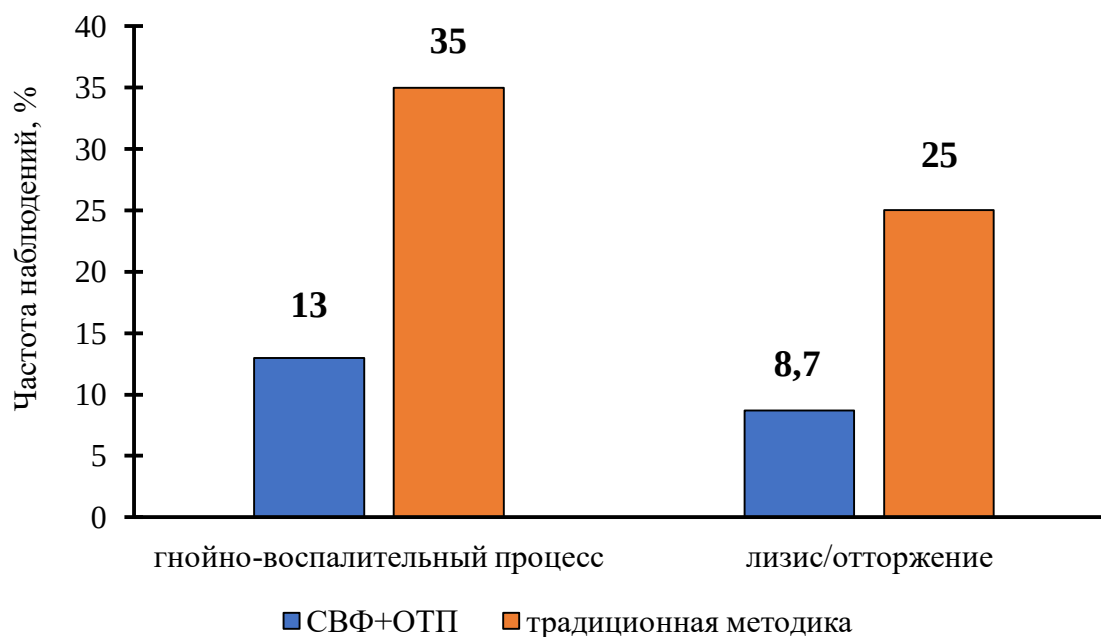


Рисунок 7. Сравнительная оценка частоты послеоперационных осложнений с учетом методики выполнения аутодермопластики

Установлено, что наименьшая частота осложнений наблюдалась у пациентов, которым выполнялась аутодермопластика с трансплантацией аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП аппликационным методом. В данной группе наблюдений гнойно-воспалительный процесс был зафиксирован у 3(13%) пациентов, а лизис/отторжение аутодермотрансплантатов в 1(8,3%) наблюдении. В случае традиционной

методики кожной пластики аналогичные показатели составили 35% и 25% наблюдений, соответственно.

Для объективной оценки динамики раневого процесса на 5-е сутки после пластики проведено цитологическое исследование, результаты которого представлены на рисунке 8.

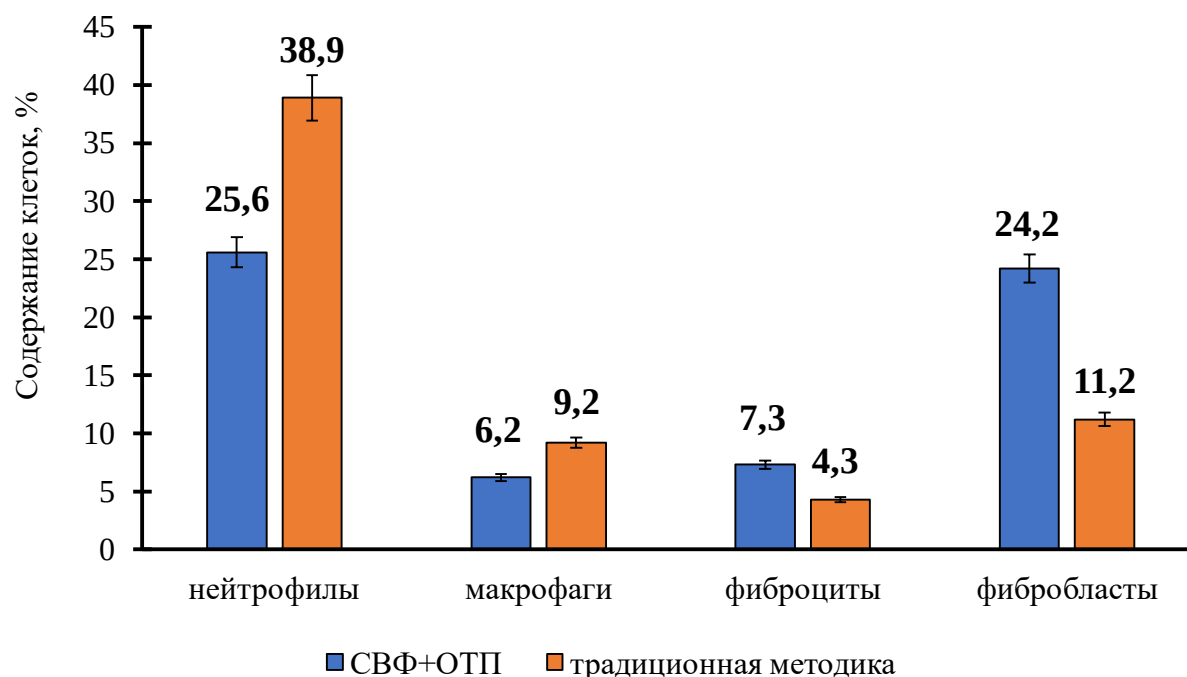


Рисунок 8. Сравнительная оценка цитологической картины ран на 5-е сутки после аутодермопластики в зависимости от метода ее выполнения

Применение аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП при аутодермопластике позволяет уменьшить содержание нейтрофилов и макрофагов (клетки воспалительного звена), соответственно, на 34,1% ($p<0,05$) и 32% ($p<0,05$) относительно традиционной методики выполнения кожной пластики. При анализе клеточных популяций регенераторного звена отмечена обратная тенденция. Одновременно наблюдалось повышение уровня фиброцитов и фибробластов в 1,7 раза ($p<0,05$) и в 2,2 раза ($p<0,05$) по сравнению с пациентами, которым данная процедура не выполнялась.

С целью изучения состояния микроциркуляции в зоне операции проводилась оценка ее интенсивности с использованием лазерной доплерофлуометрия аппаратом ЛАКК 02 (рис. 9).

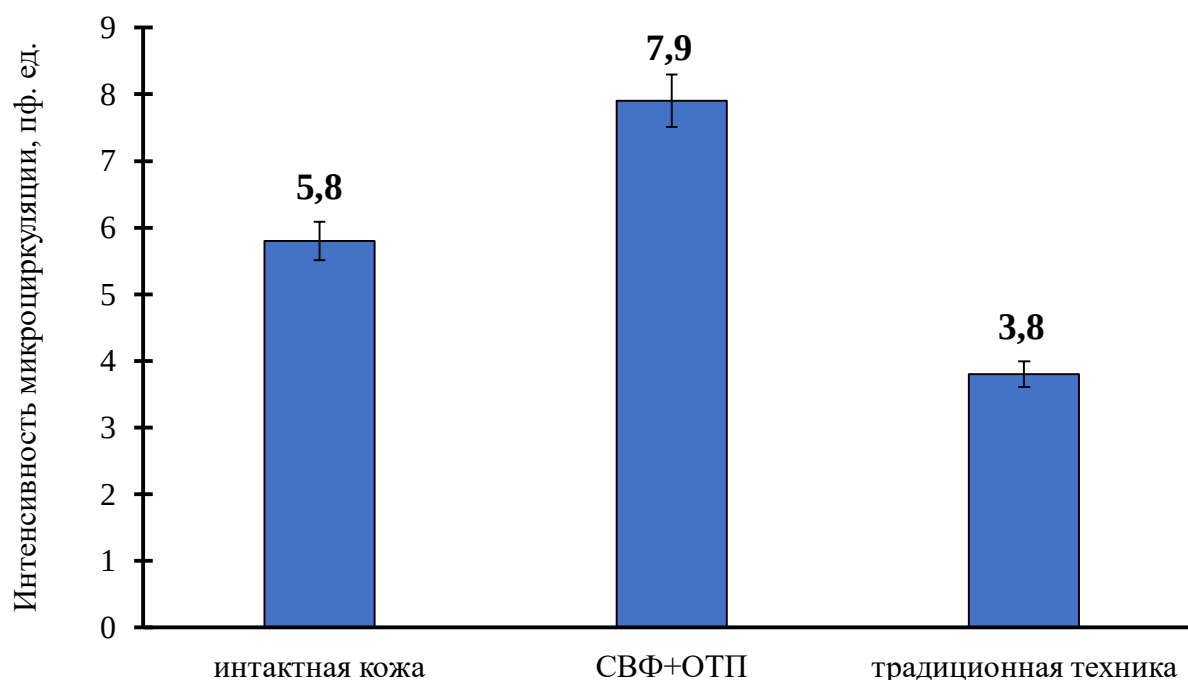


Рисунок 9. Сравнительная оценка интенсивности микроциркуляции на 5 сутки после аутодермопластики в зависимости от метода её выполнения

Представленные данные демонстрируют более высокую интенсивность микроциркуляции в области кожной пластики с применением аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП, которая достигает 7,9 пф.ед. Данный показатель оказался в 2,1 раза ($p<0,05$) выше относительно результатов, полученных при традиционной техники выполнения аутодермотрансплантации. В интактном кожном покрове рядом с послеоперационной раной анализируемый показатель также оказался меньше и составил 5,8 пф.ед., т.е. на 36,2% ($p<0,05$) меньше.

Одним из важных критериев, которые необходимо учитывать при дополнении общепринятых техник хирургического вмешательства новыми технологиями, является их влияние на продолжительность манипуляции (рис. 10).

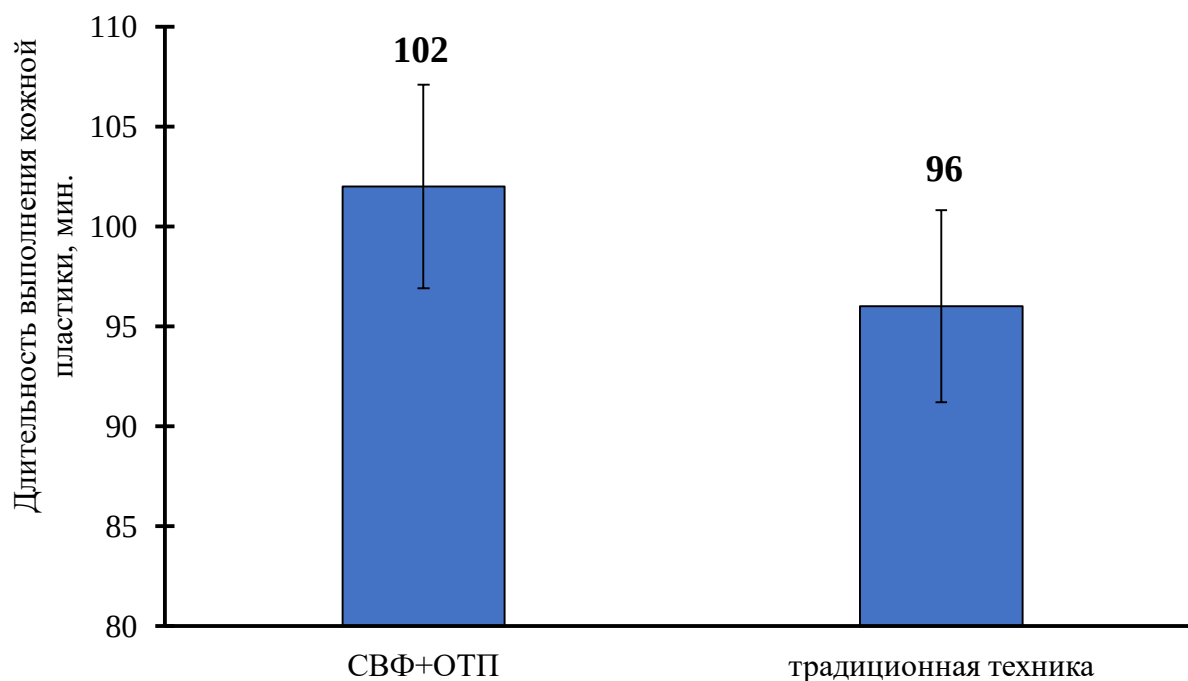


Рисунок 10. Сравнительная оценка продолжительности аутодермопластики в зависимости от метода ее выполнения

Таким образом средняя продолжительность выполнения аутодермотрансплантации в сочетании с трансплантацией аутологичных клеток СВФ ЖТ в комбинации с ОТП составила 102 мин., что всего на 6,25% ($p>0,05$) больше относительно затраченного времени на выполнение традиционной операции. Отсутствие значимых различий в продолжительности хирургического вмешательства связано с включением в операционную бригаду дополнительного специалиста.

Выводы.

Технология местного лечения глубоких ожогов на основе аппликационного применения аутологичных клеток СВФ ЖТ в том числе с использованием ОТП в комбинации с аутодермопластикой расщепленным, перфорированным сетчатым трансплантатом оказывает значительное многофакторное влияние на интенсивность регенерации тканей в процессе их приживления, позволяет улучшить результаты хирургического лечения больных с глубокими ожогами.

Применение аутологичных клеток СВФ ЖТ выделенных механическим способом в комбинации с ОТП при выполнении аутодермопластики расщепленным сетчатым трансплантатом с перфорацией 1:3, позволило не только сократить сроки эпителизации трансплантата в среднем на 2 суток, по сравнению с традиционной аутодермопластикой, но и уменьшить частоту послеоперационных осложнений в 2 раза ($p < 0,05$).

Применение аутологичных клеток СВФ ЖТ выделенных ферментативным методом у пациентов с обширными глубокими ожогами в комбинации с аутодермопластикой расщепленным, сетчатым трансплантатом с высоким коэффициентом перфорации 1:6 позволило сократить сроки эпителизации трансплантата в среднем на 7 суток, по сравнению с традиционной аутодермопластикой.

Список литературы

1. Солошенко В.В., Вагнер Д.О., Костяков Д.В. и др. Возможности снижения потери крови при выполнении тангенциальной некрэктомии у обожженных (обзор литературы). *Российские биомедицинские исследования*. 2023; 8 (1): 52-58.
2. Алексеев А.А., Пантелеев А.А., Мальцев В.И. Современные биотехнологические методы в комплексном лечении термических поражений. *Высокотехнологическая медицина*. 2019; 6 (3): 22-33.
3. Семиглазов А.В., Зиновьев Е.В., Костяков Д.В. и др. Патогенетическое обоснование оптимальной тактики ведения пограничных ожоговых ран. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2023; 24 (2): 1296-1307.
4. Курбанова С.Г., Смолькина А.В., Чебыкин С.Г. и др. Опыт лечения гнойных ран методом тангенциальной некрэктомии и аутодермопластики. *Вестник новых медицинских технологий*. 2024; 31 (2): 44-47.
5. Бесчастнов В.В., Рябков М.Г., Юданова Т.Н. и др. Новая возможность применения бактериофагов для профилактики инфекционных

осложнений при свободной кожной пластике (бактериофаги при кожной пластике). *Бюллетень сибирской медицины*. 2021; 20 (1): 16-22.

6. Юрова Ю.В. Поздние и отдаленные местные осложнения ожоговой травмы. *Скорая медицинская помощь*. 2021; 22 (2): 55-63.

7. Алексеев А.А., Попов С.В. Современные методы трансплантации культивированных клеток кожи и ее эквивалентов при лечении ожогов. *Комбустиология*. 1999; 1: 22-125.

8. Яценко А.А., Баранников С.В., Макаров И.Ю. и др. Клеточная терапия в лечении ожогов кожи. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2020; 77: 117-124.

9. Крайнюков П.Е., Арцимович И.В., Зиновьев Е.В. и др. Применение клеточных технологий в лечении ран различной этиологии. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2021; 16 (2): 132-137.

10. Дерий Э.К., Костяков Д.В., Мовчан К.Н. и др. Биотехнологические методы местного лечения ожоговых поражений (обзор литературы). *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2022; 23 (1): 481-498.

Reference

1. Soloshenko V.V., Vagner D.O., Kostyakov D.V. et al. Possibilities of reducing blood loss when performing tangential necrectomy in burned patients (literature review). *Russian biomedical research*. 2023; 8 (1): 52-58 (in Russian).

2. Alekseev A.A., Panteleev A.A., Maltsev V.I. Modern biotechnological methods in the complex treatment of thermal injuries. *High-tech medicine*. 2019; 6 (3): 22-33 (in Russian).

3. Semiglazov A.V., Zinoviev E.V., Kostyakov D.V. et al. Pathogenetic substantiation of optimal tactics for managing borderline burn wounds. *Medline.ru. Russian Biomedical Journal*. 2023; 24 (2): 1296-1307 (in Russian).

4. Kurbanova S.G., Smolkina A.V., Chebykin S.G., et al. Experience in treating purulent wounds using tangential necrectomy and autodermoplasty. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2024; 31 (2): 44-47 (in Russian).
5. Beschatnov V.V., Ryabkov M.G., Yudanov T.N., et al. A new possibility of using bacteriophages for the prevention of infectious complications in free skin grafting (bacteriophages in skin grafting). *Bulletin of Siberian Medicine*. 2021; 20 (1): 16-22 (in Russian).
6. Yurova Yu.V. Late and remote local complications of burn injury. *Emergency medical care*. 2021; 22 (2): 55-63 (in Russian).
7. Alekseev A.A., Popov S.V. Modern methods of transplantation of cultured skin cells and its equivalents in the treatment of burns. *Combustiology*. 1999; 1: 22-125 (in Russian).
8. Yatsenko A.A., Barannikov S.V., Makarov I.Yu. et al. Cell therapy in the treatment of skin burns. *Bulletin of respiratory physiology and pathology*. 2020; 77: 117-124 (in Russian).
9. Krainyukov P.E., Artsimovich I.V., Zinoviev E.V. et al. Application of cellular technologies in the treatment of wounds of various etiologies. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after. N.I. Pirogov*. 2021; 16 (2): 132-137 (in Russian).
10. Deriy E.K., Kostyakov D.V., Movchan K.N. et al. Biotechnological methods of local treatment of burn lesions (literature review). *Medline.ru. Russian Biomedical Journal*. 2022; 23 (1): 481-498 (in Russian).