

Возможности мониторинга и стимуляции длительно незаживающих ран с применением комплексного подхода

О. В. Владимирова¹, П. М. Лаврешин¹, С. В. Минаев¹, Л. А. Бруснев¹,
А. В. Терехин², М. М. Вергасов³, В. И. Владимиров⁴, И. А. Зыбинский³

¹ Ставропольский государственный медицинский университет,
Российская Федерация

² Многопрофильный медицинский центр «Smartклиника», Тюмень,
Российская Федерация

³ Ставропольская краевая клиническая больница, Российская Федерация

⁴ Пятигорский государственный университет, Российская Федерация

Possibilities of monitoring and stimulating of the long-term non-healing wounds using an integrated approach

Vladimirova O. V.¹, Lavreshin P. M.¹, Minaev S. V.¹, Brusnev L. A.¹,
Terekhin A. V.², Vergasov M. M.³, Vladimirov V. I.⁴, Zybinsky I. A.³

¹ Stavropol State Medical University, Russian Federation

² Multidisciplinary Medical Center «SmartClinic», Tyumen, Russian Federation

³ Stavropol Regional Clinical Hospital, Russian Federation

⁴ Pyatigorsk State University, Russian Federation

Проведен сравнительный анализ результатов лечения 52 пациентов 40–85 лет с длительно незаживающими ранами, находившихся на стационарном и амбулаторном лечении. В основной группе проведено комплексное хирургическое лечение с применением потока холодной плазмы, аэрогелевыми хитозановыми раневыми покрытиями и гелем с хитозаном, лидокаином и антисептиком. Для системного стимулирующего эффекта применялся препарат Ксимедон. Наблюдение за динамикой заживления и состоянием пациента проводилось через электронную базу медицинской организации и персонализированную программу «Диспансерная карта раны-рубцы». С двадцатых суток лечения отмечалось статистически значимое ($p<0,05$) уменьшение воспалительного процесса и болевого синдрома в основной группе. Отмечено сокращение сроков заживления в среднем с $35,09\pm6,07$ суток в контрольной группе до $21,35\pm3,63$ суток в исследуемой группе, значительное уменьшение бактериальной контаминации и рисков развития осложнений.

Ключевые слова: холодный плазменный поток, гранулирующая рана, заживление ран, длительно незаживающая рана, стимуляция заживления, хитозан

A comparative analysis of the treatment results was performed for 52 patients with the long-term non-healing wounds, 40–85 years, who have been in inpatient and outpatient treatment. The study group underwent complex surgical treatment using a cold plasma flow, aerogel chitosan wound dressings and a gel with chitosan, lidocaine and an antiseptic. For a systemic stimulating effect, Ximedon was used. The dynamics of healing and the patient's condition were monitored in a standard electronic database of a medical institution, and in parallel, data were entered into the personalized electronic program «Dispensary Card Wounds-Scars». There was a reduction in the healing time from an average of 35.09 ± 6.07 days in the control group to 21.35 ± 3.63 days in the study group, a significant decrease in bacterial contamination and the risk of complications.

Keywords: cold plasma flow, granulating wound, wound healing, chronic wound, wound stimulation, chitosan

Для цитирования: Владимирова О. В., Лаврешин П. М., Минаев С. В., Бруснев Л. А., Терехин А. В., Вергасов М. М., Владимиров В. И., Зыбинский И. А. Возможности мониторинга и стимуляции длительно незаживающих ран с применением комплексного подхода. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2025;20(4):326-330.
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2025.20069>

For citation: Vladimirova O. V., Lavreshin P. M., Minaev S. V., Brusnev L. A., Terekhin A. V., Vergasov M. M., Vladimirov V. I., Zybinsky I. A. Possibilities of monitoring and stimulating of the long-term non-healing wounds using an integrated approach. *Medical News of North Caucasus*. 2025;20(4):326-330. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2025.20069> (In Russ.)

На сегодняшний день вопрос лечения обширных ран с нарушением заживления является крайне актуальным. Сама по себе обширная инфицированная рана не является основной проблемой пациентов, так как на первый план выходит проблема развития стойкого нарушения заживления на фоне инфекционного и трофического процессов [1]. Причиной данного явления становится комплекс факторов, включая несвоевременность реконструктивных пластик с закрытием раневых дефектов, соматические нарушения у пациентов, высокий уровень резистентности микроорганизмов, особенно назокомиальных форм. Уровень инвалидизации при развитии трофических язв на месте длительно незаживающих ран достигает 25–50 % [2]. Используемые на сегодняшний день стандарты применения лекарственных средств не ведут к желаемому предотвращению развития осложнений в лечении. Специалисты отмечают необходимость именно комплексного подхода к лечению длительно незаживающих ран, включающего не только антибактериальную терапию, но также хирургическую обработку ран, применение современных перевязочных средств, методов физиотерапии и иммунокоррекции [3]. Большое значение имеет ранняя диагностика и своевременное начало лечения, а также профилактика развития осложнений и инвалидизации пациентов. Необходимы рациональное использование антибиотиков и разработка новых лекарственных препаратов, подбор адекватной терапии, как системной, так и местного воздействия [4, 5].

Применение препаратов на основе хитозана (Хитокол) и его производных (таких как карбоксиметилхитозан, гидроксипропилхитозан и др.) является перспективным в регенеративной медицине в целом и особенно в лечении ран [6].

Подбор условий для неосложненного и качественного заживления длительно незаживающих ран является сложной задачей [7]. Неоднородность подходов к лечению таких пациентов и отсутствие критериев риска нарушения заживления обусловливают актуальность рассматриваемой темы. Врачи сталкиваются с необходимостью выбора методики лечения на основе индивидуальных предпочтений [8].

Цель исследования состояла в улучшении результатов лечения длительно незаживающих ран и трофических язв у пациентов путём применения комплексного подхода при невозможности выполнения хирургического закрытия раны.

Материал и методы. Проведен сравнительный анализ результатов лечения 52 пациентов 40–85 лет обоих полов, находившихся на стационарном и амбулаторном лечении. Критерии включения в группы сравнения: согласие на предложенное лечение, состояния после хирургических инфекций с заживлением открытых ран более 2 месяцев, трофические язвы нижних конечностей различной этиологии до 10 см в диаметре без декомпенсированных сосудистых нарушений, длительно незаживающие раны различной этиологии, невозможность выполнения хирургического закрытия раны по различным причинам (отказ пациента от оперативного вмешательства, отказ от госпитализации и перевод пациента на амбулаторное лечение). Критерии невключения: наличие декомпенсированных сопутствующих патологий, сахарный диабет 2 типа, возраст младше 40 и старше 85, отказ от предложенного лечения.

У всех пациентов, закончивших исследование, исключений и негативных эффектов не было. По со-

матическим патологиям пациенты были сравнимы, декомпенсированных состояний не выявлено. Пациенты были разделены на две равнозначные группы. Результаты исследования больных при первичном обращении к хирургу заносились в программу «Диспансерная карта раны-рубцы» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020661221) [9]. Выполняли забор раневого отделяемого и соскоб раневой поверхности с последующим бактериологическим исследованием, включая оценку чувствительности к антибактериальным препаратам. Оценка эффективности проводилась по основным параметрам программы: динамика воспаления, выраженности болевого синдрома, дискомфорта в области раны, а также скорости и качества заживления раны. Выраженность каждого признака оценивается отдельно в баллах, где: 0 баллов – отсутствие признака или выражен незначительно, заживление удовлетворительное; 1 балл – умеренно выраженный признак; 2 балла – явно выраженный признак; 3 балла – значительно выраженный признак. Данные параметры являются основными значимыми при оценке заживления, но в программу также вносились показатели и по другим критериям: качество жизни, ограничение подвижности, судороги и отек.

Первым критерием оценки эффективности хирургического лечения являлось наличие признаков воспаления в области раневого дефекта, степень выраженности которого в программе оценивалась 4-балльной шкалой: 0 баллов – отсутствие воспаления, 1 балл – незначительное; 2 балла – умеренное; 3 балла – выраженное. В основной группе было 29 пациентов – рана обрабатывалась раствором антисептика, выполнялся кюретаж раны с удалением детрита, некрозов с ревизией раны. В пульсовом спрей-режиме выполняли обработку всей раневой поверхности и краев раны с заходом на здоровую кожу (до 1 см от края раны) аппаратом, генерирующим поток холодной плазмы. Режим обработки у всех пациентов был идентичным – 10 секунд на 1 квадратный сантиметр поверхности. Далее этапом на поверхность раны наносился гель Эверс-Лайф с лидокаином, хлоргексидином и хитозаном, и раневая поверхность укрывалась аэрогелевым хитозановым раневым покрытием, содержащим антисептик (Хитокол, Evers Group Rus, Россия), сверху накладывалась асептическая повязка. Смена повязки с повторением процедур проводилась 1 раз в 2–3 дня (в зависимости от количества раневого отделяемого и скорости биодеградации раневого покрытия). Бактериологические исследования из раны производили на 5-е и 10-е сутки лечения. Системная антибактериальная терапия не проводилась. Воздействие на рану холодноплазменным потоком осуществлялось при каждой перевязке. Для системного стимулирующего эффекта пациенты получали препарат Ксимедон в дозе 0,25 г 3 раза в день.

В группе контроля (23 пациента) осуществлялась хирургическая обработка раны с удалением нежизнеспособных тканей, санация раствором антисептика, закрытие раны асептической повязкой с раствором Бетадин или мазью Левомеколь. Смена повязок осуществлялась 1 раз в день. Антибактериальная терапия назначалась по показаниям, в 45 % случаев наблюдений из-за прогрессирования признаков воспаления.

Полученные данные обрабатывали с помощью программы Statistica 10.0 (Statsoft Inc, США). Для оценки статистической значимости различий ис-

пользовали критерий Стьюдента (*t*), У-критерий Манна – Уитни, *t*-критерий Уэлча, критерий Фридмана и точный критерий Фишера. При этом критический уровень значимости (*p*) предполагался $<0,05$.

Результаты и обсуждение. Средний возраст пациентов составил $54,17 \pm 11,79$ (95 % ДИ 50,67–57,67) года: в основной группе 56,04 (11,73), в группе контроля – 52,3 (11,8) года (*p*=0,287, *t*-критерий Стьюдента). В обеих группах преобладали мужчины: 17 (58,6 %) пациентов в основной группе и 14 (60,9 %) – в контрольной, а женщины составили 41,4 % (10 пациентов) и 39,1 % (9 пациентов) соответственно (*p*=1,000, точный критерий Фишера).

Анализ данных осмотра раны на 5-е и 10-е сутки после лечения не установил статистически значимых различий (*p*=0,317 и *p*=0,639, У-критерий Манна – Уитни) в медианах оценки выраженности воспалительного процесса (табл. 1). Статистически значимые различия отмечались с 20-го дня после лечения и до конца периода наблюдения: медиана оценки воспаления была статистически значимо ниже в основной группе (*p*<0,001, У-критерий Манна – Уитни).

Таблица 1
Динамика оценки выраженности воспаления
в изучаемых группах

Временной интервал	Группа		P
	Основная, Me [IQR]	Контрольная, Me [IQR]	
5 сутки	3,00 [3,00; 3,00]	3,00 [3,00; 3,00]	0,317
10 сутки	3,00 [3,00; 3,00]	3,00 [3,00; 3,00]	0,639
20 сутки	2,00 [2,00; 2,00]	2,00 [2,00; 3,00]	<0,001*
30 сутки	1,00 [1,00; 1,00]	2,00 [1,50; 2,50]	<0,001*
45 сутки	1,00 [0,00; 1,00]	2,00 [1,00; 2,00]	<0,001*

* Различия показателей статистически значимы (*p*<0,05).

Анализ динамики воспаления в ране показал статистически значимое его уменьшение в обеих изучаемых группах к концу 45-дневного периода наблюдения (*p*<0,001, критерий Фридмана).

Оценка выраженности болевого синдрома в области раны представлена в таблице 2. На 5-е и 10-е сутки после лечения не удалось установить статистически значимых различий (*p*=0,659 и *p*=0,153, У-критерий Манна – Уитни). Как и при оценке воспалительного процесса, статистически значимые различия медианы оценки болевого синдрома зарегистрированы после 20-го дня наблюдения и сохранялись до окончания наблюдения (*p*=0,021, *p*=0,005, *p*<0,001, соответственно на 20, 30 и 45-е сутки, У-критерий Манна – Уитни).

Тем не менее при оценке динамики болевого синдрома верифицировано статистически значимое его снижение в обеих изучаемых группах (*p*<0,001, критерий Фридмана). В ходе анализа в основной группе были установлены статистически значимые изменения (*p*<0,001, критерий Фридмана).

Анализ выраженности дискомфорта в области раны не выявил статистически значимых различий между группами только при оценке на 5-е сутки после лечения (*p*=0,291, У-критерий Манна – Уитни: медиана в обеих группах равнялась 3,00 баллам [IQR 3,00; 3,00]. Медиана оценки выраженности дискомфорта в области раны на 10, 20, 30 и 45-е сутки была статистически значимо ниже в группе пациентов, которым про-

водилось лечение с использованием холодной плазмы (*p*=0,038, *p*<0,001, *p*=0,004, *p*<0,001 соответственно, У-критерий Манна – Уитни): медиана оценки выраженности дискомфорта на 45-е сутки лечения в основной группе составила 0,00 баллов [IQR 0,00; 1,00], а в группе контроля – 1,00 [IQR 1,00; 2,00].

Таблица 2
Динамика оценки выраженности
болевого синдрома в изучаемых группах

Временной интервал	Группа		P
	Основная, Me [IQR]	Контрольная, Me [IQR]	
5 сутки	3,00 [3,00; 3,00]	3,00 [3,00; 3,00]	0,659
10 сутки	3,00 [3,00; 3,00]	3,00 [3,00; 3,00]	0,153
20 сутки	2,00 [2,00; 2,00]	2,00 [2,00; 3,00]	0,021*
30 сутки	1,00 [1,00; 1,00]	2,00 [1,00; 2,50]	0,005*
45 сутки	0,00 [0,00; 1,00]	1,00 [1,00; 2,50]	<0,001*

* Различия показателей статистически значимы (*p*<0,05).

В ходе анализа динамики дискомфорта в области раны отмечено статистически значимое снижение уровня дискомфорта в области раны (*p*<0,001, критерий Фридмана).

Статистически значимо чаще верифицировалась в раневом отдаленном у пациентов контрольной группы *Klebsiella pneumoniae* (*p*=0,022, точный критерий Фишера). В то же время у пациентов основной группы на 12–14-е сутки прослеживалась тенденция по снижению частоты определения возбудителей в раневом отдаленном.

Далее проведен анализ сроков полного заживления ран в изучаемых группах, средняя продолжительность которого у пациентов основной группы составила $31,35 \pm 3,63$ дня (95 % ДИ 29,78–32,92), а в группе контроля – $47,09 \pm 6,07$ дня (95 % ДИ 44,46–49,71). Приведенные различия сроков заживления являлись статистически значимыми (*p*<0,001, *t*-критерий Уэлча).

Для расчета общего показателя восстановления тканей раны, динамики качества жизни за счет уменьшения жалоб на дискомфорт, боль и ограничение подвижности, объективных физикальных данных мы провели анализ сумм баллов всех параметров и получили, что при одинаковых значениях на момент поступления вне зависимости от группы (*p*=0,319, У-критерий Манна – Уитни) значимая разница появилась уже к 10-м суткам после начала лечения, когда в основной группе средняя сумма на 1 пациента равнялась 28 баллам, а в группе контроля – 31 баллу, а на 15-е сутки – уже 14 и 19 баллов соответственно. Показательные данные на 30-е сутки, когда средняя сумма баллов в основной группе была 6 баллов, а в контрольной группе – 12, что говорит о наличии большого числа жалоб и нарушений ранозаживления в группе контроля.

В процессе проведения исследования не было отмечено влияния применяемого коллаген-хитозанового комплекса (Хитокол + гель Эверс Лайф) на другие медицинские изделия, такие как марлевые стериль-

ные салфетки, бинты и пластырные повязки, отмечена высокая сочетаемость этих средств для лечения ран. Также не было отмечено аллергических реакций на применяемый комплекс, осложнений или ухудшений заживления.

Представленные данные демонстрируют высокую эффективность предложенного комплексного подхода к лечению данного типа ран. Об этом свидетельствует сокращение сроков заживления в среднем с $35,09 \pm 6,07$ суток в контрольной группе до $21,35 \pm 3,63$ суток в основной группе.

С развитием неинвазивных методов диагностики, таких как компьютеризированное измерение параметров раны и дерматоскопия, появилась возможность проводить динамическое наблюдение пациентов с ранами различной этиологии [10]. Эти методы помогают не только диагностировать осложнения, но и выявлять риск их развития, что позволяет своевременно принимать меры по профилактике. Современные технологии открывают новые перспективы для расширения возможностей дистанционного мониторинга пациентов на всех этапах лечения [11, 12]. Внедрение таких технологий значительно улучшает результаты лечения. Необходимость разработки стандартов оценки эффективности новых методов лечения становится все более актуальной.

В области перевязочных материалов для ран установлено, что биополимеры на основе белков и полисахаридов демонстрируют значительный биометрический потенциал в отношении внеклеточного матрикса [13]. В связи с этим предложены различные биосовместимые и биоразлагаемые биополимеры, такие как гиалуроновая кислота, поликапролактон, желатин, хитозан и пектин [14]. Из этих биополимеров изготавливаются различные перевязочные материалы, включая пленки (однослойные или многослойные), мембранны, губки, каркасы и устройства для контролируемой доставки лекарств, которые не только обеспечивают защиту раны, но и способствуют предотвращению её дальнейшего повреждения вследствие воздействия микроорганизмов. Пленки и мембранны изготавливаются различными методами, такими как литьё в растворителе, электропрессование, выщелачивание солей и лиофилизация [15]. В отношении каркасов проведён обширный обзор металлических (серебро, золото, медь, оксид цинка и диоксид титана) нанокомпозитных каркасов из биополимера (хитозана) в качестве антимикробных повязок для контроля инфекции и ускорения заживления ран [6, 8].

Преимуществом Хитокола является то, что его физико-химические свойства могут быть дополнительно модифицированы для улучшения его пригодности в раневой среде и содействия заживлению [16]. Кроме того, были выявлены различные производные хитозана, обладающие улучшенной растворимостью, антимикробной активностью и способностью образовывать комплексы с лекарственными препаратами или

генетическим материалом [11]. Например, производные карбоксиметилхитозана в последнее время применяются в качестве антиоксидантов, антимикробных, противогрибковых, противораковых и противоопухолевых средств [17].

На основании клинического исследования [18], включившего 32 пациента, которым применялось раневое покрытие Хитокол, были показаны статистически значимые преимущества в лечении инфицированных ран различной этиологии в сравнении со стандартной терапией. Противовоспалительная динамика отмечалась уже ко второму дню лечения, а ключевым преимуществом являлась его способность к биодеградации и трансформации в стабильный гидрогель при контакте с раневым экссудатом, что создавало оптимальные условия для репаративных процессов и предотвращало гипогидратацию тканей. Наблюдалось достоверное сокращение сроков заживления ран вторичным натяжением – в среднем на 4,7 суток, а также ускорение начала активной эпителизации трофических язв на 4–6-е сутки. Высокая абсорбционная способность, атравматичность и клинически значимое анальгезирующее действие Хитокола позволяют его применять в качестве высокоэффективного средства для местного лечения инфицированных ран.

P. Fan с соавт. широко использовали в повязках на раны гидрогели из-за их увлажняющих свойств и биосовместимости [19]. Однако данные, приведенные в литературе по использованию гидрогелевых повязок, не показали столь же значимого снижения уровня бактериальной обсеменённости раны, как при использовании комплексного подхода.

Заключение. Таким образом, комплексное использование коллаген-хитозанового комплекса (гель с раневым покрытием) с применением потока холодной плазмы в сочетании с приемом препарата Ксимедон позволяет значимо ускорить процесс восстановления поврежденных тканей, стимулируя регенеративные механизмы и защищая рану. В проведенном исследовании коллаген-хитозановый комплекс показал себя как безопасный и эффективный подход на всех этапах лечения.

Применение многоэтапной хирургической антисептики и активации процесса восстановления тканей снижает риск вторичной инфекции и хронизации раны за счет инактивации патогенной микрофлоры в ране и позволяет создать благоприятные условия для спонтанной эпителизации, что значительно снижает риск последующего хронического течения раневого процесса в случаях с высоким риском осложнений. Наблюдаемые различия в результатах и продолжительности лечения позволяют предположить, что предлагаемый подход эффективен и может значительно улучшить эффективность амбулаторного лечения пациентов, повышая качество их жизни.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

- Chen Y., Wang X., Tao S., Wang Q., Ma P. Q. [et al.]. Research advances in smart responsive-hydrogel dressings with potential clinical diabetic wound healing properties. *Mil. Med. Res.* 2023;10(1):37. <https://doi.org/10.1186/s40779-023-00473-9>
- Фролов С. А., Кузьминов А. М., Вышегородцев Д. В., Королик В. Ю., Туктагулов Н. В. [и др.]. Возможности применения низкотемпературной аргоновой плазмы в лечении послеоперационных и длительно незаживающих ран. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии, колопроктологии, гепатологии, колопроктологии*. 2019;29(6):15-21. [Frolov S. A., Kuzminov A. M., Vyshegorodtsev D. V., Korolik V. Yu., Tuktagulov N. V. [et al.]. Possibilities for the application of low-temperature argon plasma in the treatment of post-operative and long-term non-healing wounds. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii, hepatologii, koloproktologii. – Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2019;29(6):15-21. (In Russ.).] <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2019-29-6-15-21>
- Минаев С. В., Владимирова О. В., Киргизов И. В., Аксельров М. А., Разин М. П. [и др.]. Мультицентровое ис-

- следование эффективности противорубцовой терапии у пациентов различных возрастных групп. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 2020;9:51-58. [Minaev S. V., Vladimirova O. V., Kirgizov I. V., Akselrov M. A., Razin M. P. [et al.]. Multicenter study of the effectiveness of antiscar therapy in patients at different age periods. [Khirurgiya. Zurnal im. N. I. Pirogova. – Pirogov Russian Journal of Surgery. 2020;9:51-58. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202009159>
4. White E. K., Grice E. A. The wound microbiome. *Cold. Spring. Harb. Perspect. Biol.* 2023;15(6):a041218. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a041218>
 5. Byeon J., Blizinsky K. D., Persaud A., Findley K., Lee J. J. [et al.]. Insights into the skin microbiome of sickle cell disease leg ulcers. *Wound. Repair. Regen.* 2021;29(5):801-809. <https://doi.org/10.1111/wrr.12924>
 6. Liu Z., Xu Y., Su H., Jing X., Wang D. [et al.]. Chitosan-based hemostatic sponges as new generation hemostatic materials for uncontrolled bleeding emergency: Modification, composition, and applications. *Carbohydr. Polym.* 2023;311:120780. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120780>
 7. Минаев С. В., Тимофеев С. И., Григорова А. Н., Владимира О. В., Болотов Ю. Н. [и др.]. Обогащенная тромбоцитарная плазма в хирургической практике. Обзор литературы. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2023;13(3):405-417. [Minaev S. V., Timofeev S. I., Grigorova A. N., Vladimirova O. V., Bolotov Yu N. [et al.]. Platelet-rich plasma in surgical practice: a review. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anestesiologii i reanimatologii. – Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(3):405-417. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/psaic1508>
 8. Jin S., Newton M. A. A., Cheng H., Zhang Q., Gao W. [et al.]. Progress of hydrogel dressings with wound monitoring and treatment functions. *Gels.* 2023;9(9):694. <https://doi.org/10.3390/gels9090694>
 9. Вергасов М. М., Терехин А. В., Владимира О. В., Минаев С. В., Владимира В. И. [и др.]. Программа индивидуальной оценки динамики заживления раны и формирования рубца. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024612342, 31.01.2024. Заявка № 2024611295 от 23.01.2024. [Vergasov M. M., Terekhin A. V., Vladimirova O. V., Minaev S. V., Vladimirov V. I. [et al.]. Program for individual assessment of the dynamics of wound healing and scar formation. Certificate of registration of the computer program RU 2024612342, 31.01.2024. Application № 2024611295 dated 23.01.2024].
 10. Kolipaka T., Pandey G., Abraham N., Srinivasarao D. A., Raghuvanshi R. S. [et al.]. Stimuli-responsive polysaccharide-based smart hydrogels for diabetic wound healing: design aspects, preparation methods and regulatory perspectives. *Carbohydr. Polym.* 2024;324:121537. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121537>
 11. Liu C., Ponsero A. J., Armstrong D. G., Lipsky B. A., Hurniak B. L. The dynamic wound microbiome. *BMC Medicine*. 2020;18:358. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01820-6>
 12. Vladimirova O. V., Lavreshin P. M., Minaev S. V., Muryavev A. V., Tsvetkov V. [et al.]. Strategy for scar-prevention healing of traumatic and burns wounds. *Medical News of North Caucasus*. 2023;18(2):148-151. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2023.18032>
 13. Osanloo M., Noori F., Tavassoli A., Ataollahi M. R., Davoodi A. [et al.]. Effect of PCL nanofiber mats coated with chitosan microcapsules containing cinnamon essential oil for wound healing. *BMC Complement. Med. Ther.* 2023;23(1):84. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03905-0>
 14. Osanloo M., Noori F., Varaa N., Tavassoli A., Goodarzi A. [et al.]. The wound healing effect of polycaprolactone-chitosan scaffold coated with a gel containing Zataria multiflora Boiss. Volatile oil nanoemulsions. *BMC Complement. Med. Ther.* 2024;24(1):56. <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04352-1>
 15. Farahpour M. R., Sheikh S., Kafshdooy E., Sonboli A. Accelerative effect of topical Zataria multiflora essential oil against infected wound model by modulating inflammation, angiogenesis, and collagen biosynthesis. *Pharm. Biol.* 2021;59(1):1-10. <https://doi.org/10.1080/13880209.2020.1861029>
 16. Clerici N. J., Vencato A. A., Helm Júnior R., Daroit D. J., Brandelli A. Electrospun Poly-ε-Caprolactone Nanofibers Incorporating Keratin Hydrolysates as Innovative Antioxidant Scaffolds. *Pharmaceutics (Basel)*. 2024;17(8):1016. <https://doi.org/10.3390/ph17081016>
 17. Sundaram M. N., Mony U., Varma P. K., Rangasamy J. Vasoconstrictor and coagulation activator entrapped chitosan based composite hydrogel for rapid bleeding control. *Carbohydr. Polym.* 2021;258:117634. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117634>
 18. Владимира О. В., Кораблина С. С., Минаев С. В., Вергасов М. М., Терехин А. В. [и др.]. Комплексное хирургическое лечение обширных ран с последующим динамическим наблюдением пациентов с применением компьютерных и дистанционных технологий. *Вестник НМХЦ им. Н. И. Пирогова*. 2024;19(2):85-88. [Vladimirova O. V., Korablina S. S., Minaev S. V., Vergasov M. M., Terekhin A. V. [et al.]. Complex surgical treatment of extensive wounds with subsequent dynamic monitoring of patients using computer and remote technologies. *Vestnik NMKHTS im. N. I. Pirogova. – Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2024;19(2):85-88. (In Russ.)]. https://doi.org/10.25881/20728255_2024_19_2_85
 19. Fan P., Zeng Y., Zaldivar-Silva D., Agüero L., Wang S. Chitosan-based hemostatic hydrogels: the concept, mechanism, application, and prospects. *Molecules*. 2023;28(3):1473. <https://doi.org/10.3390/molecules28031473>

Поступила 16.05.2025

Сведения об авторах:

Владимира Оксана Владимировна, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры общей хирургии; тел.: +79054133340; e-mail: oxy_8181@mail.ru

Лаврешин Петр Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой; e-mail: tpginterug@mail.ru

Минаев Сергей Викторович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской хирургии с курсом ДГО; тел.: +79624507653; e-mail: sminaev@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8405-6022>

Бруснев Лев Андреевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии; тел.: +79283105342; e-mail: brusneff@gmail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4208-2695>

Терехин Антон Владиславович, врач-хирург; тел.: +79224852444; e-mail: anton.terekhin@mail.ru

Вергасов Муратин Мустафаевич, врач – сердечно-сосудистый хирург; тел.: +79064403849; e-mail: m89064403849@yandex.ru

Владимиров Владимир Иванович, доктор медицинских наук, врач-хирург, онколог; доцент кафедры; тел.: +79624014209; e-mail: vla3788@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7375-8950>

Зыбинский Иван Александрович, врач-нейрохирург; тел.: +79624001635; e-mail: ivanzybinsky@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2678-6377>