DOI: https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ654078 EDN: LNGQDI

Применение крови марала вакуумной сушки в лечении гнойных ран

Н.О. Михайлов✉, А.А. Андреев, А.А. Глухов, В.В. Шишкина, О.В. Судаков, Д.В. Судаков

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Гнойные раны мягких тканей остаются одной из главных проблем современной хирургии. Более 30% пациентов хирургических стационаров и свыше 60–70% первичных обращений за хирургической помощью составляют пациенты с инфекционными осложнениями ран. Перспективным для потенцирования репаративных процессов представляется применение различных биогенных факторов роста, имеющих невысокую стоимость, таких как препараты марала, в частности кровь марала вакуумной сушки (КМВС).

Цель. Изучить эффективность применения КМВС в лечении гнойных ран в эксперименте.

Материалы и методы. Крысы линии *Wistar* (n=90), стандартизированные по полу, весу и возрасту, были разделены на 3 группы: 1-я (контрольная) — без лечения, 2-я (контрольная) — ежедневные перевязки с использованием 0,01% раствора бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмония (БМП), 3-я (опытная) — аналогичные перевязки были дополнены нанесением КМВС. Проведено моделирование гнойных ран у крыс с последующей оценкой гиперемии, отечности мягких тканей в зоне дефекта, характера и количества отделяемого, появление эпителизации и грануляций, очищение поверхности (фибринолиз, некролиз), площади раны, гистологического и гистохимического анализа дермы кожи.

Результаты. При применении КМВС в сочетании с 0,01% раствором БМП отмечалось снижение сроков купирования местных воспалительных реакций. В 1-й группе средняя площадь раны на 7 сут составила (34,4±4,8) мм^2, во 2-й — (29,3±4,6) мм^2, в 3-й — (20,7±4,7) мм^2. Снижение микробной обсемененности зарегистрировано в 3-й группе на 3 сут исследования до 10^2–10^3 микробных тел на миллилитр экссудата против 10^5–10^8 в контрольных группах. Морфологическая картина репаративных процессов свидетельствовала о более полном восстановлении гистоархитектоники тканей при применении комплексного лечения в опытной группе, раннем потенцировании процессов ремоделирования и активации клеточных элементов.

Заключение. Применение КМВС в комплексном лечении гнойных ран мягких тканей позволило сократить сроки купирования местных воспалительных реакций, ускорить сокращение площади раны, снизить активность роста бактериальной микрофлоры в ране. Также продемонстрирована положительная динамика клеточных элементов и волокон соединительной ткани, что свидетельствует о более полноценном восстановлении дермы при использовании предложенного метода лечения.

Ключевые слова: раны; гнойные раны; кровь марала; факторы роста; лечение гнойных ран; раневой процесс.

Как цитировать:
Михайлов Н.О., Андреев А.А., Глухов А.А., Шишкина В.В., Судаков О.В., Судаков Д.В. Применение крови марала вакуумной сушки в лечении гнойных ран // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2025. Т. 33, № 2. С. 231–239. DOI: 10.17816/PAVLOVJ654078 EDN: LNGQDI

Рукопись получена: 08.02.2025 **Рукопись одобрена:** 30.04.2025 **Опубликована online:** 30.06.2025

ЭКО • ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0
© Эко-Вектор, 2025

DOI: https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ654078 EDN: LNGQDI

The Use of Vacuum-Dried Maral Blood in the Treatment of Purulent Wounds

Nikolay O. Mikhaylov✉, Aleksandr A. Andreev, Aleksandr A. Glukhov, Viktoriya V. Shishkina, Oleg V. Sudakov, Dmitriy V. Sudakov

N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

ABSTRACT

INTRODUCTION: Purulent wounds of soft tissues remain one of the main problems of modern surgery. More than 30% of patients in surgical hospitals and over 60–70% of primary requests for surgical care are patients with infectious complications of wounds. The use of various inexpensive biogenic growth factors, such as maral preparations, in particular vacuum-dried maral blood (VDMB), seems promising for potentiating reparative processes.

AIM: To study the effectiveness of using VDMB in treatment of purulent wounds in experiment.

MATERIALS AND METHODS: *Wistar* rats (n=90) standardized by sex, weight and age, were divided into 3 groups: group 1 (control) — no treatment, group 2 (control) — daily dressings using 0.01% benzyldimethyl-myristoylamino-propylammonium (BMP) solution, group 3 (experimental) — similar dressings supplemented with application of VDMB. Purulent wounds were modeled in rats with subsequent assessment of hyperemia, soft tissue edema in the defect area, type and amount of discharge, appearance of epithelialization and granulation, surface cleansing (fibrinolysis, necrolysis), wound area, histological and histochemical analysis of the skin dermis.

RESULTS: Utilization of VDMB in combination with 0.01% BMP solution resulted in reduction in the time of stopping local inflammatory reactions. In group 1 the average wound area on day 7 was (34.4±4.8) mm^2, in group 2 — (29.3±4.6) mm^2, and in group 3 — (20.7±4.7) mm^2. In group 3 reduction of microbial contamination on day 3 to 10^2–10^3 microbial bodies per 1 ml of exudate was recorded, versus 10^5–10^8 in the control groups. The morphological picture of the reparative processes indicated a more complete restoration of tissue histoarchitecture when using complex treatment in the experimental group, early potentiation of remodeling processes and activation of cellular elements.

CONCLUSION: The use of VDMB in the complex treatment of purulent wounds of soft tissues permitted to reduce the time of stopping local inflammatory reactions, accelerate the reduction of the wound area, decrease the activity of growth of bacterial microflora in the wound. There was also demonstrated a positive dynamic of cellular elements and connective tissue fibers, which evidences a more complete restoration of the dermis when using the proposed treatment method.

Keywords: wounds; purulent wounds; maral blood; growth factors; purulent wound treatment; wound process.

To cite this article:
Mikhaylov NO, Andreev AA, Glukhov AA, Shishkina VV, Sudakov OV, Sudakov DV. The Use of Vacuum-Dried Maral Blood in the Treatment of Purulent Wounds. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2025;33(2):231–239. DOI: 10.17816/PAVLOVJ654078 EDN: LNGQDI

Received: 08.02.2025 **Accepted:** 30.04.2025 **Published online:** 30.06.2025

ECO•VECTOR

The article can be use under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Eco-Vector, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Гнойные раны мягких тканей остаются одной из главных проблем современной хирургии [1–3]. Более 30% пациентов хирургических стационаров и свыше 60–70% первичных обращений за хирургической помощью составляют пациенты с инфекционными осложнениями ран. По прогнозам исследователей, данные осложнения будут причиной более 10 млн ежегодных смертей, в том числе за счет роста антибиотикорезистентных микроорганизмов [4]. Также лечение инфекционных осложнений характеризуется высокой частотой инвалидизации и летальности, высокой стоимостью [5, 6]. Для решения данной проблемы активно разрабатываются различные способы лечения гнойных ран, раневые покрытия, лекарственные средства и антибиотики [7–10], биологически активные препараты, например обогащенная тромбоцитами аутоплазма [11–13].

Перспективным для потенцирования репаративных процессов представляется применение различных биогенных факторов роста, имеющих невысокую стоимость [14]. Так, препараты марала, в частности кровь марала вакуумной сушки (КМВС), отмечены рядом авторов как эффективное лекарственное сырье с доказанной высокой эффективностью [15–17]. Содержание в них различных факторов роста, таких как IGF-I, IGF-II, TGF-β, EGF, витаминов групп B, PP, аминокислот, тестостерона, гормона роста делает эти лекарственные вещества потенциальным стимулятором репаративных процессов при травмах мягких тканей [18, 19]. Однако сложность и многофакторность состава не позволяет уверенно предсказать степень их эффективности при репаративных процессах в различных тканях.

Цель — изучить эффективность применения крови марала вакуумной сушки в лечении гнойных ран в эксперименте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование проведено с декабря 2022 года по октябрь 2023 года на базе Научно-исследовательского института экспериментальной биологии и медицины (г. Воронеж). Исследование проведено в строгом соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 14.05.1993 № 4979-1 «О ветеринарии» (с изменениями от 02.07.2021), Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза «О защите животных, используемых в научных целях», ГОСТа № 33216-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами» и на основании одобрения исследования Локальным этическим комитетом Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко (Протокол № 7 от 13.12.2022).

Исследование выполнено на 90 крысах линии *Wistar*, стандартизированных по полу, весу и возрасту и разделенных случайным образом на 3 группы:

- в ***1-й (контрольной) группе*** (n=30) лечение ран не проводилось;
- во ***2-й (контрольной) группе*** (n=30) животным ежедневно проводили перевязки с использованием 0,01% раствора бензилдиметил-миристоиламинопропиламмония (БМП);
- в ***3-й (опытной) группе*** (n=30) ежедневные перевязки с использованием 0,01% раствора БМП были дополнены нанесением КМВС в дозе 0,7 г/см^2 (размер частиц 100–150 мкм).

Моделирование гнойной раны проводили по следующей схеме: на первом этапе — под ингаляционным наркозом (изофлуран, доза при индукции — 3,0–5,0%, для поддержания — 1,5–3,0%) выбривали шерсть животного в области холки сначала триммером, затем одноразовым станком, подготовленное операционное поле дважды обрабатывали 0,01% раствором БМП. На втором этапе скальпелем по пластиковому шаблону круглой формы диаметром 1,3 см иссекали мягкие ткани и поверхностную фасцию. Для контаминации использовали культуру *S. aureus* (1 мл, 10^9 микробных тел), которую наносили на ватно-марлевый тампон и помещали в область раневого дефекта. Далее на края раны накладывали 3–4 узловых шва до полного закрытия дефекта. На 2 сут отмечались выраженные гиперемия и отечность в области раны, появление тканевого отделяемого. На 3 сут швы удаляли, определялась значительная гнойная экссудация, раневую поверхность промывали 0,01% раствором БМП, удаляли нежизнеспособные ткани и начинали лечение. После моделирования все животных находились в индивидуальных клетках с одинаковыми условиями питания и ухода.

Вывод животных из эксперимента и забор биологического материала для выполнения гистологического и гистохимического исследований осуществляли на 1, 3, 5, 7 и 14-е сут после моделирования.

Ежедневно проводили визуальную оценку гиперемии, отечности мягких тканей в зоне дефекта, характера и количества отделяемого, появление эпителизации и грануляций, очищение поверхности (фибринолиз, некролиз). При выполнении планиметрических исследований с расчетом площади раневых поверхностей использовали программное обеспечение для персонального компьютера WoundVision (ИИМЕДСКАН, Россия) и камеру RealSeance D415 (Intel, Китай). Морфологический анализ материала дермы кожи крыс проведен с использованием окрашивания растворами гематоксилина и эозина, по Гимзе, импрегнация серебром и толуидиновым синим. Также оценивали динамику тучных клеток, процессов образования коллагена, площади воспалительного инфильтрата.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакетов прикладных

программ Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., США) и Excel 2010 (Microsoft, США). Выполнялась проверка нормальности распределения, и использовались методы описательной статистики: расчет среднего значения (M) полученных результатов, среднеквадратичного отклонения (SD) в пределах исследуемых групп. Для определения достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента для оценки показателей с нормальным распределением, Манна–Уитни — показателей, распределение которых не соответствовало нормальному, t-критерий Уилкоксона — для зависимых выборок при несоответствии нормальному распределению. Уровень значимости принят за 5,0% (p <0,05).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средние сроки купирования местных признаков воспаления при лечении гнойных ран представлены в таблице 1, динамика сокращения площади раневой поверхности — в таблице 2.

После моделирования гнойной раны и снятия швов микробная обсемененность составляла в среднем 10^{10}–10^{13} микробных тел на миллилитр экссудата (табл. 3). В 3-й группе отмечалось выраженное снижение данного показателя на 3 сут исследования до 10^{2}–10^{3} микробных тел на миллилитр экссудата, что свидетельствует о подавлении бактериального роста в раневом канале при использовании комбинации КМВС и 0,01% раствора БМП.

При морфологическом анализе на 3 сут исследования в 1-й и 2-й группах определяется выраженная воспалительная реакция, скопление клеток нейтрофильно-лимфоцитарного звена, преимущественно сегментоядерных и палочкоядерных нейтрофилов, и образование микротромбов в пристеночных сосудах (табл. 4). В 3-й группе визуализируются небольшие очаги формирования грануляций, единичных фибробластов и макрофагов, что свидетельствует о начале процессов регенерации.

На 5 сут исследования в 3-й группе было зарегистрировано формирование эпителия у краев раны. В 1-й группе воспалительные инфильтраты визуализировались не только в ткани, но и в стенках новообразованных сосудах, что может говорить о вторичной бактериальной контаминации вследствие несвоевременного отторжения струпа. Также одними из ключевых участников фибриллогенеза и ремоделирования ткани после повреждения являются тучные клетки, рост которых отмечался в 3-й группе исследования (табл. 5).

На 7 сут при использовании комбинированной методики окрашивания (толуидиновый синий и импрегнация серебром), позволяющей оценить процесс ремоделирования в структуре дермы в опытной группе при использовании КМВС, были визуализированы сформированные коллагеновые волокна, совпадающие с морфологической архитектоникой окружающей дермы вне раны. В контрольных группах обращала на себя внимание разная толщина волокон, их хаотичное расположение (см. табл. 4, 5). В микропрепаратах 1-й группы присутствуют единичные воспалительные инфильтраты, преимущественно состоящие из лимфоцитов и макрофагов (см. табл. 4).

Таблица 1. Сроки (M±SD) купирования местных признаков воспаления в контрольных и опытной группах исследования, сутки

Table 1. Time (M±SD) of relief of local inflammation signs in the control and experimental study groups, days

Симптомы раневого процесса	Группа исследования			p
	1	2	3	
Некролиз	4,3±0,2	3,9±0,2	3,6±0,2	p_{1-2}=0,075 **p_{1-3}=0,032** **p_{2-3}=0,041**
Гиперемия кожи	4,7±0,3	4,5±0,2	3,8±0,2	p_{1-2}=0,064 **p_{1-3}=0,021** **p_{2-3}=0,038**
Отек	4,5±0,2	4,4±0,2	3,8±0,2	p_{1-2}=0,072 **p_{1-3}=0,043** **p_{2-3}=0,037**
Фибринолиз	5,5±0,2	5,2±0,2	4,2±0,3	p_{1-2}=0,078 **p_{1-3}=0,029** **p_{2-3}=0,031**
Появление грануляций	4,2±0,2	3,9±0,2	3,1±0,2	p_{1-2}=0,066 **p_{1-3}=0,019** **p_{2-3}=0,032**
Начало эпителизации	5,1±0,3	4,8±0,2	4,2±0,2	p_{1-2}=0,061 **p_{1-3}=0,024** **p_{2-3}=0,039**
Снижение отделяемого до скудного	6,8±0,2	5,7±0,3	4,5±0,3	p_{1-2}=0,042 **p_{1-3}=0,014** **p_{2-3}=0,027**

Таблица 2. Динамика сокращения площади (M±SD) раневого дефекта в контрольных и опытной группах исследования, мм^2

Table 2. Dynamics of reduction (M±SD) of the wound area in control and experimental study groups, mm^2

Временна́я точка исследования	Площадь ран после моделирования			*p*
	1	2	3	
1 сутки	93,7±6,1	88,4±5,9	81,2±5,8	p_{1-2}=0,057 **p_{1-3}=0,043** p_{2-3}=0,052
3 сутки	54,2±6,3	53,5±5,4	45,7±5,6	p_{1-2}=0,073 **p_{1-3}=0,037** **p_{2-3}=0,046**
5 сутки	47,3±5,6	41,5±5,1	29,5±5,2	p_{1-2}=0,053 **p_{1-3}=0,018** **p_{2-3}=0,024**
7 сутки	34,4±4,8	27,3±4,6	20,7±4,7	**p_{1-2}=0,043** **p_{1-3}=0,014** **p_{2-3}=0,044**
14 сутки	13,1±1,3	9,8±1,5	2,2±1,2	**p_{1-2}=0,035** **p_{1-3}=0,006** **p_{2-3}=0,012**

Таблица 3. Динамика бактериальной обсемененности (M±SD) раневой поверхности в контрольных и основной группах исследования, микробных тел на миллилитр экссудата

Table 3. Dynamics of bacterial contamination (M±SD) of wound surface in the control and main study groups, microbial bodies per milliliter of exudate

Временна́я точка исследования	Группа исследования			*p*
	1	2	3	
1 сутки	10^9–10^{10}	10^9–10^{10}	10^8–10^{10}	p_{1-2}=0,087 **p_{1-3}=0,047** p_{2-3}=0,059
3 сутки	10^5–10^8	10^5–10^6	10^2–10^3	p_{1-2}=0,063 **p_{1-3}=0,025** **p_{2-3}=0,039**
5 сутки	10^5–10^7	10^4–10^5	10^2–10^3	**p_{1-2}=0,038** **p_{1-3}=0,021** **p_{2-3}=0,033**
7 сутки	10^4–10^5	10^3–10^4	10^1–10^2	**p_{1-2}=0,044** **p_{1-3}=0,013** **p_{2-3}=0,019**
14 сутки	10^4–10^6	10^1–10^2	10^1–10^2	**p_{1-2}=0,021** **p_{1-3}=0,010** p_{2-3}=0,086

Таблица 4. Динамика количества (M±SD) клеток воспалительного инфильтрата и волокон соединительной ткани в зоне раневого дефекта в контрольных и опытной группах исследования

Table 4. Dynamics of number (M±SD) of cells of inflammatory infiltrate and connective tissue fibers in the zone of wound defect in the control and experimental study groups

Временна́я точка исследования	Клеточные элементы	Группа исследования			*p*
		1	2	3	
3 сутки	Клетки воспалительного инфильтрата, ед./мм^2	194,0±7,7	158,0±4,3	131,0±5,11	**p_{1-2}=0,036** **p_{1-3}=0,022** **p_{2-3}=0,027**
	Волокна соединительной ткани диаметром > 1 мкм, %	8,3±0,2	9,8±0,4	14,2±0,2	**p_{1-2}=0,024** **p_{1-3}=0,018** **p_{2-3}=0,015**

Продолжение таблицы

5 сутки	Клетки воспалительного инфильтрата, ед./мм^2	147,0±9,5	102,0±7,3	84,0±11,4	***p_{1-2}=0,023*** ***p_{1-3}=0,016*** ***p_{2-3}=0,028***
	Волокна соединительной ткани диаметром > 1 мкм, %	10,1±0,2	19,7±0,4	27,4±0,5	***p_{1-2}=0,022*** ***p_{1-3}=0,012*** ***p_{2-3}=0,021***
7 сутки	Клетки воспалительного инфильтрата, ед./мм^2	93,0±6,9	85,0±9,2	51,0±3,7	***p_{1-2}=0,041*** ***p_{1-3}=0,014*** ***p_{2-3}=0,019***
	Волокна соединительной ткани диаметром > 1 мкм, %	15,5±0,2	31,2±0,3	39,7±0,3	***p_{1-2}=0,020*** ***p_{1-3}=0,009*** ***p_{2-3}=0,037***
14 сутки	Клетки воспалительного инфильтрата, ед./мм^2	41,0±3,4	33,0±1,2	15,0±5,6	***p_{1-2}=0,032*** ***p_{1-3}=0,017*** ***p_{2-3}=0,013***
	Волокна соединительной ткани диаметром > 1 мкм, %	44,7±0,2	61,3±0,2	74,1±0,5	***p_{1-2}=0,016*** ***p_{1-3}=0,013*** ***p_{2-3}=0,025***

Таблица 5. Динамика количества (M±SD) тучных клеток и клеток фибробластического дифферона в зоне раневого дефекта и окружающих тканях в контрольных и основной группах, ед./мм^2

Table 5. Dynamics of the number (M±SD) of mast cells and fibroblastic differon cells in the wound defect zone and surrounding tissues in the control and main groups, units/mm^2

Временна́я точка исследования	Клеточные элементы	Группа исследования			*p*
		1	2	3	
3 сутки	Тучные клетки	112,0±5,4	107,0±4,2	99,1±5,7	*p_{1-2}=0,067* ***p_{1-3}=0,033*** *p_{2-3}=0,056*
	Клетки фибробластического дифферона	11,0±2,3	15,0±5,4	21,0±5,3	*p_{1-2}=0,074* ***p_{1-3}=0,042*** *p_{2-3}=0,059*
5 сутки	Тучные клетки	96,0±9,5	87,0±3,7	81,2±3,9	*p_{1-2}=0,081* ***p_{1-3}=0,046*** *p_{2-3}=0,055*
	Клетки фибробластического дифферона	17,0±4,3	25,0±3,3	36,0±1,8	***p_{1-2}=0,037*** ***p_{1-3}=0,023*** ***p_{2-3}=0,029***
7 сутки	Тучные клетки	91,0±7,3	82,0±4,4	77,3±1,8	*p_{1-2}=0,063* ***p_{1-3}=0,031*** *p_{2-3}=0,057*
	Клетки фибробластического дифферона	27,0±3,2	34,0±5,7	29,0±4,1	***p_{1-2}=0,044*** *p_{1-3}=0,082* *p_{2-3}=0,077*
14 сутки	Тучные клетки	75,0±6,4	69,0±3,1	61,3±5,4	*p_{1-2}=0,085* ***p_{1-3}=0,032*** ***p_{2-3}=0,039***
	Клетки фибробластического дифферона	26,0±4,2	23,0±3,2	17,0±3,6	*p_{1-2}=0,089* ***p_{1-3}=0,026*** *p_{2-3}=0,052*

На 14 сут в 3-й группе после отторжения струпа сформировался полноценный эпителиальный пласт, в дерме — большое количество волосяных фолликулов в фазе зрелого анагена и новообразованные сальные железы. В 1-й группе раневое ложе местами лишено эпителиального покрова, однако в дерме визуализируются единичные зачатки волосяных фолликулов, окружающая ткань умеренно инфильтрирована лимфоцитами. Во 2-й

группе происходило заживление с преобладанием клеток фибробластического дифферона над другими, образованы единичные волосяные фолликулы (см. табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

КМВС, содержащая высокие концентрации различных факторов роста, гормонов, витаминов и микроэлементов, представляет значительный интерес для использования в лечении ран мягких тканей.

Проведенное исследование показало, что внесение 1 мл культуры *S. aureus* в концентрации 10^9 микробных тел по отработанной методике к 3 сут приводило к формированию гнойной раны со значительным гнойным отделяемым. Применение модели без проведения лечения (1-я группа) приводило к началу эпителизации ран в среднем на (5,1±0,3) сут, сокращению площади ран после моделирования до (34,4±4,8) мм^2; микробная обсемененность экссудата на 7 сут составила 10^4–10^5 микробных тел на миллиметр.

Перевязки с использованием 0,01% раствора БМП (2-я группа) привели к сокращению начала эпителизации до (3,9±0,2) сут, уменьшению площади дефекта до (27,3±4,6) мм^2, снижению микробной обсемененности экссудата на 7 сут до 10^3–10^4 микробных тел на миллиметр.

Проведение стандартного лечения в сочетании с применением КМВС и 0,01% раствора БМП (3-я группа) привело к сокращению всех изучаемых показателей при проведении сравнения как с 1-й, так и со 2-й группами. В частности, показатель начала эпителизации уменьшался до (4,2±0,2) сут, площадь дефекта после моделирования — до (20,7±4,7) мм^2, микробная обсемененность экссудата на 7 сут — до 10^1–10^2 микробных тел на миллиметр экссудата. Полученная динамика свидетельствует об усилении процессов регенерации на фоне применения КМВС, что можно объяснить усилением проявлений местного иммунитета, что подтверждается данными гистологических исследований и является одним из свойств КМВС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение крови марала вакуумной сушки в комплексном лечении гнойных ран мягких тканей позволило сократить сроки купирования местных воспалительных реакций, ускорить сокращение площади ран, снизить активность роста бактериальной микрофлоры в ране. Также продемонстрирована положительная динамика клеточных элементов и волокон соединительной ткани, что свидетельствует о более полноценном восстановлении дермы при использовании предложенного метода лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Н.О. Михайлов — проведение экспериментального исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста; А.А. Андреев, А.А. Глухов — концепция и дизайн исследования, редактирование; В.В. Шишкина — анализ морфологического материала, написание текста; О.В. Судаков, Д.В. Судаков — анализ и интерпретация данных, статистическая обработка. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено Локальным этическим комитетом Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко (Протокол № 7 от 13.12.2022).

Согласие на публикацию. Все участники исследования и их представители добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние 3 года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. N.O. Mikhaylov — conducting an experimental study, analysis and interpretation of data, writing the text; A.A. Andreev, A.A. Glukhov — concept and design of study, editing; V.V. Shishkina — analysis of morphological material, writing the text; O.V. Sudakov, D.V. Sudakov — analysis and interpretation of data, statistical processing. All authors approved the manuscript (the publication version), and also agreed to be responsible for all aspects of the work, ensuring proper consideration and resolution of issues related to the accuracy and integrity of any part of it.

Ethics approval. The study was approved from the Local Ethics Committee of the N.N. Burdenko Voronezh State Medical University (Protocol No. 7 of December 13, 2022).

Consent for publication. All participants of study and their representatives voluntarily signed an informed consent form before being included in the study.

Funding sources. No funding.

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. The authors did not use previously published information (text, illustrations, data) when creating this work.

Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not applicable to this work, and no new data were collected or created.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This work was submitted to the journal on its own initiative and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Abdullazhanov BR, Babadzhanov AKh, Yusupov ZhK. Analysis of the dynamics of the results of planimetric studies in treatment of longly non-healing purulent wounds of soft tissue. *Re-Health Journal.* 2021;(1):196–203. Available from: https://re-health.uzsci.uz/ru/article/view?id=16825. Accessed: 2025 February 08. doi: 10.24411/2181-0443/2021-10034 EDN: DUTIAU

2. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet.* 2016;388(10053):1545–1602. doi: 10.1016/s0140-6736(16)31678-6 EDN: XUNDHX Erratum in: *Lancet.* 2017;389(10064):e1. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32606-X

3. Järbrink K, Ni G, Sönnergren H, et al. Prevalence and incidence of chronic wounds and related complications: a protocol for a systematic review. *Syst Rev.* 2016;5(1):152. doi: 10.1186/s13643-016-0329-y EDN: SXRWVU

4. GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *Lancet.* 2024;404(10459):1199–1226. doi: 10.1016/s0140-6736(24)01867-1 EDN: HLWJPJ

5. Andreev AA, Glukhov AA, Ostroushko AP, et al. Simulation of mechanical and thermal wounds of soft tissues. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2022;173(3):272–278. doi: 10.47056/0365-9615-2022-173-3-272-278 EDN: BOEDFI

6. Manna B, Nahirniak P, Morrison CA. Wound Debridement. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29939659/. Accessed: 2025 February 08.

7. Ostroushko AP, Andreev AA, Laptiyova AY, et al. Collagen and Use Its in the Treatment of Wounds. *Journal of Experimental and Clinical Surgery.* 2021; 14(1):85–90. doi: 10.18499/2070-478X-2021-14-1-85-90 EDN: NXUKRQ

8. Sergeev VA, Glukhov AA, Ostroushko AP, et al. Effect of Programmed Sanitation on the Dynamics of Cytological Picture in the Surgical Treatment of Soft Tissue Phlegmon. *Journal of Experimental and Clinical Surgery.* 2024;17(1):9–16. doi: 10.18499/2070-478X-2024-17-1-9-16 EDN: UYOYRK

9. Ushmarov DI, Gumenyuk SE, Gumenyuk AS, et al. Comparative evaluation of chitosan-based multifunctional wound dressings: a multistage randomised controlled experimental trial. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2021;28(3):78–96. doi: 10.25207/1608-6228-2021-28-3-78-96 EDN: ZJMQXE

10. Tabaldyev A. Efficiency of Prontosan in Complex Treatment of Purulent Wounds. *Bulletin of Science and Practice.* 2023;9(3):211–217. doi: 10.33619/2414-2948/88/23 EDN: XEIPUO

11. Popkov A, Popkov D, Kobyzev A, et al. Positive experience of full-layer filling of articular cartilage defect using a degradable implant with a bioactive surface in combination with platelet-rich blood plasma (experimental study). *Genij Ortopedii.* 2020;26(3):392–397. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-392-397 EDN: XYBBBI

12. Aralova MV, Antakova LN, Alimkina YuN, et al. Application of platelet-rich plasma in experiment. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy.* 2019;(2):72–79. EDN: XQZTYI

13. Corotkich NN, Aralova MV, Ostroushko AP, et al. Immuno-biological Rationale for the Use of Platelet-rich Donor Plasma for the Regional Treatment of Wounds. *Journal of Experimental and Clinical Surgery.* 2017;10(2):111–115. doi: 10.18499/2070-478X-2017-10-2-111-115 EDN: WRUQYX

14. Rakhmetova KK, Bobyntsev II, Zhilyayeva LV, et al. Effects of GHK Peptide and Its Structural Analogues on Dynamics of Healing and Bacterial Contamination of Infected Wound. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2024;32(4):539–548. doi: 10.17816/PAVLOVJ471212 EDN: JEEVKG

15. Mikhaylov NO, Andreyev AA, Ostroushko AP, et al. Panty marala: istoriya ikh primeneniya, sostav, preparaty, polucheniye, pokazaniya k primeneniyu. *Mnogoprofil'nyy Statsionar.* 2019;6(1):85–87. (In Russ.) EDN: WPOICH

16. Sun H, Xiao D, Liu W, et al. Well-known polypeptides of deer antler velvet with key actives: modern pharmacological advances. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 2024;397(1):15–31. doi: 10.1007/s00210-023-02642-y EDN: VPJJSJ

17. Guan M, Pan D, Zhang M, et al. Deer antler extract potentially facilitates xiphoid cartilage growth and regeneration and prevents inflammatory susceptibility by regulating multiple functional genes. *J Orthop Surg Res.* 2021;16(1):208. doi: 10.1186/s13018-021-02350-4 EDN: ZJOYDU

18. Grishaeva IN, Nepriyatel AA, Krotova MG, et al. Amino acid composition of maral velvet antler biosubstances. *Vestnik of Omsk State Agrarian University.* 2023;(4):122–127. EDN: OVMGUL

19. Arkhipov DV, Andreev AA, Atyakshin DA, et al. Inkjet Oxygen-Sorption Treatment in Local Treatment Purulent Soft Tissue Wounds. *Journal of Experimental and Clinical Surgery.* 2020;13(1):41–45. doi: 10.18499/2070-478X-2020-13-1-41-45 EDN: QDPILG

ОБ АВТОРАХ

***Михайлов Николай Олегович**;
адрес: Российская Федерация, 394036, Воронеж, ул. Студенческая, д. 10;
ORCID: 0000-0002-1710-205X;
eLibrary SPIN: 6113-7105;
e-mail: n.o.mikhailov@yandex.ru

Андреев Александр Алексеевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-8215-7519;
eLibrary SPIN: 1394-5147;
e-mail: sugery@mail.ru

Глухов Александр Анатольевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-9675-7611;
eLibrary SPIN: 3821-2175;
e-mail: glukhov-vrn@yandex.ru

AUTHORS' INFO

***Nikolay O. Mikhaylov**;
address: 2, Studencheskaya st, Voronezh, Russian Federation, 394036;
ORCID: 0000-0002-1710-205X;
eLibrary SPIN: 6113-7105;
e-mail: n.o.mikhailov@yandex.ru

Aleksandr A. Andreev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-8215-7519;
eLibrary SPIN: 1394-5147;
e-mail: sugery@mail.ru

Aleksandr A. Glukhov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-9675-7611;
eLibrary SPIN: 3821-2175;
e-mail: glukhov-vrn@yandex.ru

Шишкина Виктория Викторовна, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-9185-4578;
eLibrary SPIN: 9339-7794;
e-mail: v.v.4128069@yandex.ru

Судаков Олег Валериевич, д-р мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0003-2677-2300;
eLibrary SPIN: 2640-7362;
e-mail: sudakov_ol@mail.ru

Судаков Дмитрий Валериевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-4911-1265;
eLibrary SPIN: 1759-9075;
e-mail: sdvvrn@yandex.ru

Viktoriya V. Shishkina, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0001-9185-4578;
eLibrary SPIN: 9339-7794;
e-mail: v.v.4128069@yandex.ru

Oleg V. Sudakov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0003-2677-2300;
eLibrary SPIN: 2640-7362;
e-mail: sudakov_ol@mail.ru

Dmitriy V. Sudakov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-4911-1265;
eLibrary SPIN: 1759-9075;
e-mail: sdvvrn@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку/Corresponding author