

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ  
Original articles

Научная статья

УДК 616-002

DOI: 10.14489/lcmp.2024.04.pp.026-032

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ рН РАНЕВОГО ЛОЖА  
ОТ СТАДИИ РАНЕВОГО ПРОЦЕССАЕ. С. Мишина<sup>1</sup>, А. Ю. Григорьян<sup>1</sup>, М. А. Затолокина<sup>1</sup>, Т. Н. Кудрявцева<sup>2</sup>, С. А. Ефанов<sup>2</sup>, В. В. Сорока<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Курск, Россия<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», Курск, Россия

**Актуальность.** При регенерации кожной раны происходит изменение химического состава и смена фаз воспаления, что приводит к сдвигу рН. Изучение зависимости рН раневого ложа от стадии раневого процесса представляется крайне важным для назначения лекарственной терапии, способной изменить условия среды и ускорить заживление кожной раны.

**Материалы и методы.** Эксперимент был выполнен путем моделирования гнойной раны у 36 животных – крыс породы Вистар. На 1, 3, 5, 8, 10 и 15-е сутки эксперимента определяли показатель рН ран и проводили отбор аутопсийного материала для последующего гистологического исследования. Изготавливали гистологические препараты, которые окрашивали гематоксилином и эозином, проводили описательную оценку раневого дефекта, а также подсчет клеточных компонентов в нем.

**Результаты.** На 3-и сутки эксперимента раневое ложе было заполнено гнойно-некротическими массами, при этом клеточный состав преимущественно представлен гранулоцитами и макрофагами. При проведении рН-метрии определялось значение 7,64 (7,48; 7,81), клеточный индекс (КИ) 0,4 (0,36; 0,43). Начиная с 8-ых суток эксперимента при спонтанном заживлении гнойной раны наблюдалась замена экссудативной фазы на пролиферативную, что доказывает значение КИ 1,3 (1,25; 1,41) и закисление рН до 7,39 (7,20; 7,76).

**Заключение.** Согласно проведенному исследованию при сдвиге значений рН в кислую сторону наблюдалось повышение количества клеток фибробластического ряда, что может благоприятно влиять на течение раневого процесса.

**Ключевые слова:** регенерация, гнойная рана, воспаление, рН-раневого ложа.

**Для цитирования:** Мишина Е. С., Григорьян А. Ю., Затолокина М. А., Кудрявцева Т. Н., Ефанов С. А., Сорока В. В. Изучение зависимости рН раневого ложа от стадии раневого процесса // Лабораторная и клиническая медицина. Фармация. 2024. Т. 4, № 4. С. 26 – 32. DOI: 10.14489/lcmp.2024.04.pp.026-032

Research Article

## THE STUDY OF CORRELATION WOUND BED pH FROM WOUND PROCESS STAGE

E. S. Mishina<sup>1</sup>, A. Yu. Grigoryan<sup>1</sup>, M. A. Zatolokina<sup>1</sup>, T. N. Kudryavtseva<sup>2</sup>, S. A. Efanov<sup>2</sup>, V. V. Soroka<sup>2</sup><sup>1</sup>Kursk State Medical University of the Russian Ministry of Health, Kursk, Russia<sup>2</sup>Kursk State University; Kursk, Russia

**Relevance.** During the regeneration of a skin wound there is a changing an inflammation phases and chemical content, as a result, a pH shift. Study of dependence the stage of the wound process from pH of the wound bed is increasable important for medication strategy by drags which changing pH and accelerate the healing of a skin wound.

**Materials and methods.** The experiment was performed by modeling a purulent wound in 36 animals – a Wistar rat. Further, on the 1st, 3rd, 5th, 8th, 10th and 15th days of the experiment, the pH of the wounds was determined and autopsy material was collected for subsequent histological examination. The obtained sections were stained with hematoxylin and

eosin, a descriptive assessment of the wound defect was performed, as well as the calculation of cellular components.

**Results.** The wound bed was filled with purulent necrotic masses on the 3rd day of the experiment, while the cellular composition was mainly represented by granulocytes and macrophages. At the same time, the pH measurement has been determined the value of 7.64 (7.48; 7.81), cellular index (CI) 0.4 (0.36; 0.43). From the 8th day of the experiment a morphometric study has been showed the spontaneous healing of a purulent wound with changing an exudative phase to proliferative one. That point has been confirmed the CI 1.3 (1.25; 1.41) with pH acidification to 7.39 (7.20; 7.76).

**Conclusion.** According to the study, when the pH value decreases, it leads to an increase in the number of fibroblastic cells and has a beneficial effect on the course of the wound process.

**Keywords:** regeneration, purulent wound, inflammation, pH of the wound bed.

**For citation:** Mishina ES, Grigoryan AY, Zatolokina MA, Kudryavtseva TN, Efanov SA, Soroka VV. The study of correlation wound bed pH from wound process stage. *Laboratory and Clinical Medicine. Pharmacy.* 2024;4(4):26-32. (In Russ). DOI: 10.14489/lcmp.2024.04.pp.026-032

## Введение

В структуре внутрибольничных инфекций распространенность хирургических инфекций кожи и мягких тканей достигает 40 %, из которых 78,7 % составляют пациенты трудоспособного возраста [1,2]. Установлено, что на специфическое лечение уходит 36 млн. рублей, что становится значимой социальной и экономической проблемой [3,4].

В современных работах авторами уделяется внимание локальным физико-химическим условиям раневого ложа, а именно уровню температуры, pH и оксигенации [5–7]. По данным многих авторов кислая среда в раневом ложе обеспечивает поддержание нормального коллагеногенеза, обменных клеточных процессов, а также обладает бактериостатическим действием и снижает протеолитическую активность. Все эти факторы оказывают стимулирующее воздействие на регенерацию ран кожи и мягких тканей [8–11].

**Цель исследования:** изучение зависимости уровня pH раневого ложа от стадии раневого процесса.

## Материалы и методы

Объектом исследования явилась гнойная кожная рана. В эксперименте на модели гнойной раны у животных (крысы породы Вистар), выполненной по методике П. И. Толстых (контаминацию раны проводили путем внесения 10<sup>9</sup> микробных тел суточной культуры *Staphylococcus aureus*), наблюдали за процессом заживления и определяли показатель pH ран (pH метр pH Bluetooth YY-1031).

Аутопсийный материал для исследования включал в себя фрагмент раневого дефекта (рубца) экспериментального животного и окружающую интактную кожу, общими размерами 1,5×1,5 см; был получен на 1, 3, 5, 8, 10 и 15-е сутки эксперимента и изучен в лаборатории морфологии и кле-

точных технологий НИИ Экспериментальной медицины ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России.

Для морфологического исследования фрагменты кожи фиксировали в растворе 10 % нейтрального формалина в течении 72 часов. По стандартным прописям изготавливали парафиновые блоки и срезы с последующей окраской гематоксилином и эозином. Морфометрическое исследование заключалось в следующем: подсчет клеточного компонента (клетки-нерезиденты: гранулоциты и лимфоциты; клетки-резиденты: макрофаги и клетки фибробластического ряда) проводили на 100 клеток в 10 непересекающихся полях зрения при увеличении ×400, полученные данные были выражены в условных единицах. Для объективизации течения раневого процесса рассчитывали КИ по формуле [145]:

$$КИ = \frac{\text{клетки - резиденты}}{\text{клетки - нерезиденты}}$$

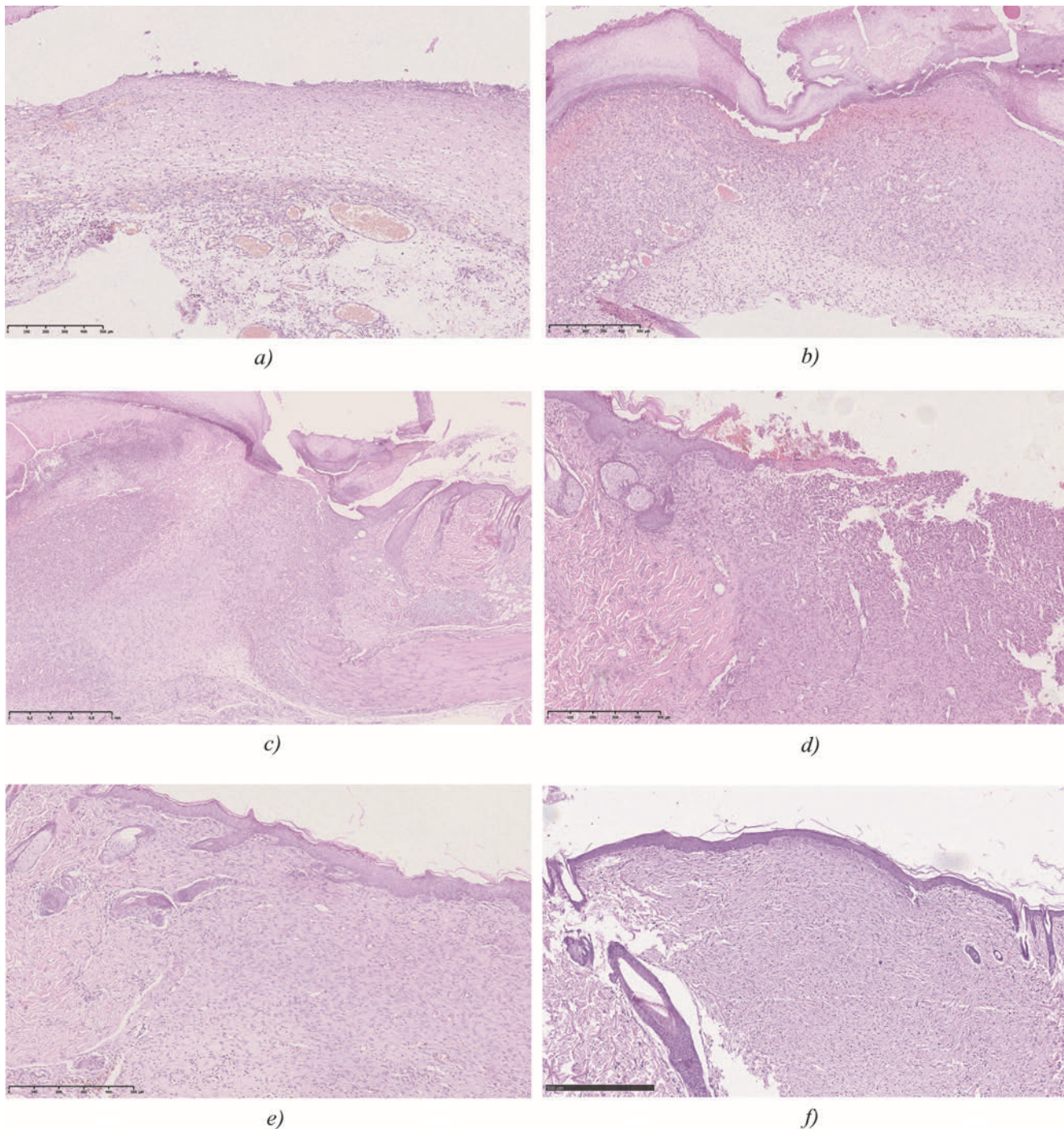
Клетки, расположенные в числителе, характеризуют репаративные процессы, в знаменателе – выраженность воспалительных процессов. При значении КИ <1 делали вывод о преобладании воспалительных изменений, характерных для первой фазы течения раневого процесса, при значении >1 делали вывод о преобладании пролиферативных процессов, характерных для второй фазы. Количественные признаки описывали как медиану, 25 и 75 перцентили (Me(25;75)). Для отражения статистически значимых различий между количественными показателями в двух сравниваемых группах применяли непараметрический U критерий Манна–Уитни.

## Результаты

При морфологическом исследовании было выявлено, что на 1-е сутки раневая поверхность была покрыта струпом, который неоднороден по

своему строению – верхняя часть струпа была представлена в основном нитями фибрина, нижняя часть – разрушенными клеточными элементами, пропитанными детритными массами и фибрином. В околораневой зоне и находящейся там дерме наблюдалось набухание коллагеновых волокон,

пропитывание их плазмой и выпадение фибрина. Наибольшее разрушение коллагеновых волокон происходило на поверхности непосредственно под струпом. На дне раневого ложа коллагеновые волокна сохраняли свою структурность. В кровеносных сосудах наблюдался стаз (рис. 1).



**Рис. 1. Микрофотография фрагмента кожи в области раневого дефекта. Окр. Г+Э:**  
*a* – 1-е сутки; *b* – 3-и сутки; *c* – 5-е сутки; *d* – 8-е сутки; *e* – 10-е сутки; *f* – 15-е сутки эксперимента  
 Fig. 1. Micrograph of a skin fragment in the area of a wound defect. Environ. G+E:  
*a* – on the 1st day; *b* – on the 3rd day; *c* – on the 5th day; *d* – on the 8th day; *e* – on the 10th day;  
*f* – on the 15th day of the experiment

На 3 сутки эксперимента происходила резорбция фибринового сгустка, имеющая вертикальную направленность – от поверхностного слоя к более глубокому, с последующим его замещением первичным волокнистым регенератом. Наблюдалось вращение сосудов в новую соединительную ткань, располагающихся перпендикулярно к поверхности. На периферии, ближе к краям раны, обнаруживался выраженный лейкоцитарный демаркационный вал, отделяющий зону раневого дефекта от прилежащих участков кожи. В дерме и в нижележащих слоях определялась выраженная клеточная инфильтрация, представленная скоплением лейкоцитов, макрофагов и фибробластов. В рыхлой соединительной ткани, окружающей подлежащую мышцу, было значительное увеличение клеток соединительной ткани. В зоне контакта между регенератом и интактной дермой визуализировались более толстые коллагеновые волокна, компактно расположенные, с малым числом клеточных элементов в межволоконном пространстве. Таким образом, на 3-и сутки эксперимента раневое ложе было заполнено гнойно-некротическими массами, при этом клеточный состав был преимущественно представлен гранулоцитами и макрофагами. При проведении рН-метрии определялось значение 7,64 (7,48; 7,81) со значением КИ 0,4 (0,36; 0,43) (табл. 1).

К 5-м суткам, по сравнению с предыдущим сроком, не определялось достоверно значимых изменений в перестройке грануляционной ткани, заполняющей раневую дефект. При этом, отмечалось увеличение клеточной популяции, представленной в основном фибробластами и фиброцитами.

На 8-е сутки на раневой поверхности визуализировалась тонкая полоска новообразованного

эпидермиса. В базальном слое определялась повышенная пролиферация эпителиоцитов, появление шиповатого слоя и поверхностных клеточных слоев. В грануляционной ткани, заполняющей раневой дефект, происходило накопление новообразованных волокнистых коллагеновых структур. Продолжалась интеграция новообразованных коллагеновых волокон регенерата с сохраненными волокнами краев раны по тем же механизмам переплетения фибрилл с одной и другой стороны. В зоне перехода становилось меньше отдельно расположенных коллагеновых фибрилл и больше сформированных коллагеновых волокон, отличающихся как от волокон регенерата, так и сохранившейся дермы. Зона перехода была значительно выражена. Основными ориентирами между регенератом и находящейся рядом кожей являлось отсутствие кожных дериватов.

Таким образом, начиная с 8-ых суток эксперимента, при спонтанном заживлении гнойной раны наблюдалась замена экссудативной фазы на пролиферативную, что доказывало значение КИ 1,3 (1,25; 1,41) и закисление рН до 7,39 (7,20; 7,76) (табл. 1).

К 10-м суткам происходила полная эпителизация и закрытие раневого дефекта эпидермисом. Коллагеновые волокна регенерата в основном были ориентированы параллельно поверхности, имели форму пластинок, более толстых по сравнению с предыдущим сроком.

К 15-м суткам целостность эпидермиса восстанавливалась, однако его производные отсутствовали в регенерате. Размер рубца был значительно меньше, по сравнению с площадью нанесенного дефекта. Рубцовая ткань состояла из толстых зрелых коллагеновых волокон без кожных дериватов.

При морфометрическом исследовании до 8-х суток эксперимента определялось преобладание клеток воспалительного ряда – лимфоцитов и гранулоцитов; на 10-е сутки фибробластов в 2,9 и 1,2 раза становилось больше, чем гранулоцитов и лимфоцитов соответственно (табл. 2).

## Обсуждение

За последние четыре года появились отечественные работы, в которых отмечена необходимость учета фазы течения раневого процесса при выборе лекарственного средства [12,13]. В экспериментальной работе А. А. Андреева и соавт. было показано, что применение 0,9 % раствора натрия хлорида (рН 5,0) в первую фазу раневого процесса уменьшает воспаление, увеличивает секреторную активность фибробластов и активирует коллагеногенез [14].

Таблица 1 / Table 1

### Результаты рН-метрии ран и КИ Results of pH-metry of wounds and CI

Сутки / Days	рН / pH	КИ / CI
1	7,68 (7,56; 7,93)	0,61 (7,56; 7,93)
3	7,64 (7,48; 7,81)	0,4 (0,36; 0,43)
5	7,59 (7,36; 7,81)	0,97 (0,9; 0,99)
8	7,39 (7,20; 7,76)	1,3 (1,25; 1,41)
10	7,39 (7,32; 7,51)	1,48 (1,39; 1,52)
15	7,12 (6,84; 7,22)	7,48 (7,44; 7,52)

Таблица 2 / Table 2

**Морфометрический анализ клеточного состава раны в динамике, Ме (25;75)**  
Morphometric analysis of the cellular composition of the wound in dynamics, Me (25;75)

Клетки / Cells	Сроки / Days					
	1	3	5	8	10	15
<b>Фибробластический дифферон / Fibroblastic differon</b>	15,0 (13,7; 15,9)	13,7 (13, 7; 14,9)	15,2 (14 ,4; 16,2)	20,8 (18,6; 23,4)	34,6 (31,4; 35,9)	45,7 (38,4; 45,2)
<b>Макрофаги / Macrophages</b>	23,1 (18, 7; 25,2)	15,1 (14, 7; 15,9)	32,0 (28,4; 15,9)	35,8 (31,5; 38,7)	25,2 (23,5; 27,8)	26,1 (22,2; 27,6)
<b>Гранулоциты / Granulocytes</b>	26,8 (23, 7; 27,7)	37,6 (34, 7; 39,9)	29,7 (23 ,9; 30,1)	16,3 (15,5; 17,9)	11,8 (9,4; 13,2)	9,6 (14,3; 17,9)
<b>Лимфоциты / Lymphocytes</b>	35,1 (33,2; 36,9)	33,6 (30,6; 35,5)	18,5 (16,5; 19,9)	27,1 (23,6; 28,4)	28,4 (23	–

Согласно настоящему исследованию снижение значений рН приводит к повышению количества клеток фибробластического ряда, тем самым благоприятно влияет на течение раневого процесса, что подтверждает данные упомянутых опубликованных работ.

Более того, при сопоставлении результатов рН раневого ложа и КИ определяется максимальное значение КИ на 15-е сутки эксперимента, при этом значение рН минимальное. Данная показатель демонстрирует, что преобладание механизмов пролиферации наступает при более кислых условиях.

### Заключение

Результаты проведенного эксперимента показали, что к 8-му дню КИ становится больше 1, что характерно для перехода фазы воспаления в фазу пролиферации. Спонтанное заживление кожной раны наступает к 10-му дню эксперимента, что сопровождается сдвигом рН раны в кислую сторону и повышением количества клеток фибробластического ряда. Установленные параметры позволяют определить факторы, благоприятно влияющие на течение раневого процесса.

### Список литературы

1. Цветков В.О., Колованова О.В., Асриев Е.А. Сложные и нетипичные трофические язвы подходы к диагностике и лечению // Тверской медицинский журнал. 2023. №4. С. 6–9.
2. Humphrey S., Manson S., Cross S., et al. Defining skin quality: clinical relevance, terminology, and assessment // *Dermatol Surg.* 2021. Vol. 47, N7. P. 974–981. DOI:10.1097/DSS.0000000000003079

3. Петухова И.Н., Дмитриева Н.В. Что нового в лечении инфекций мягких тканей и раневых инфекций? Роль биопленок // *Злокачественные опухоли.* 2015. №4, спецвыпуск 2. С. 35–38. DOI: 10.18027/2224-5057-2015-4s2-35-38

4. Ganceviciene R., Liakou A.I., Theodoridis A., et al. Skin anti-aging strategies // *Dermatoendocrinol.* 2012. N4(3). P.308–319. DOI: 10.4161/derm.22804

5. Filatova A.V. Analysis of the wound-healing activity of Sodium Carboxymethyl Cellulose (1 %) with Metronidazole (0.25 %) and Chlorhexidine (0.025 %) in the ultraviolet erythema model in guinea pigs as compared with levomekol gel // *Pharmaceutical Chemistry Journal.* 2023. Vol. 57, N9. P. 1499–1504.

6. Силина Е.В., Ступин В.А., Габитов Р.Б. Роль коллагена в механизмах заживления хронических ран при синдроме диабетической стопы // *Клиническая медицина.* 2018. Т. 96, №2. С. 107–115.

7. Степенко Ю.В., Солдатов В.О., Затолокина М.А., и др. Стимуляция репарации в модели линейной раны у крыс гелем с бишофитом // *Фармация и фармакология.* 2019. Т. 7, №1. С. 42–52.

8. Будко Е.В., Барчуков А.В., Кан И.Ч., и др. Развитие планиметрического анализа результатов ранозаживления // *International Journal of Medicine and Psychology.* 2023. Т. 6, №5. С. 88–95.

9. Терехов А.Г., Панкрушева Т.А., Чекмарева М.С., и др. Местное лечение кожных ран в условиях ишемии с применением оригинальной комбинации лекарственных средств в сочетании с магнитотерапией // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии.* 2024. Т. 17, №3(64). С. 112–119.

10. Мишина Е.С., Затолокина М.А., Рязева Л.М., и др. Морфофункциональная перестройка волокнистых структур дермы кожи крыс в условиях имплантации 3d-скаффолда на основе полипролактона // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2021. №3(79). С. 119–123.

11. Leveen H.H., Falk G., Borek B., et al. Chemical acidification of wounds. An adjuvant to healing and the unfavorable action of alkalinity and ammonia // *Annals of surgery*. 1973. Vol. 178, N6. P. 745–753. DOI: 10.1097/00000658-197312000-00011

12. Григорьян А.Ю., Бежин А.И., Панкрушева Т.А., и др. Местная терапия гнойных ран раневыми покрытиями // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2022. №11. С. 42–48.

13. Овод А.И., Новикова М.Д., Солянина В.А. Маркетинговый анализ лекарственных препаратов для лечения ран и язв // *Лабораторная и клиническая медицина. Фармация*. 2022. Т. 2, №3. С. 4–12. DOI: 10.14489/lcmp.2022.03.pp.004-012

14. Андреев А.А., Ульянов И.А., Торгун П.М., и др. Кариометрические показатели фибробластов кожи в ранние сроки заживления ран // *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2021. Т. 10, №1. С. 92–96.

## References

1. Tsvetkov VO, Kolovanova OV, Asriev EA, et al. Complex and atypical trophic ulcers approaches to diagnosis and treatment. *Tverskoj medicinskij zhurnal*. 2023;4:6-9. (In Russ).

2. Humphrey S, Manson S, Cross S, et al. Defining skin quality: clinical relevance, terminology and assessment. *Dermatol Surg*. 2021;47(7):974-81. DOI: 10.1097/DSS.0000000000003079

3. Petukhova IN, Dmitrieva NV. What's new in the treatment of soft tissue and wound infections? The role of biofilms. *Zlokachestvennye opuholi*. 2015;4(s2):35-8. (In Russ). DOI: 10.18027/2224-5057-2015-4s2-35-38

4. Ganceviciene R, Liakou AI, Theodoridis A, et al. Skin anti-aging strategies. *Dermatoendocrinol*. 2012;4(3):308-19. DOI: 10.4161/derm.22804

5. Filatova AV. Analysis of the wound-healing activity of Sodium Carboxymethyl Cellulose (1 %) with Metronidazole (0.25 %) and Chlorhexidine (0.025 %) in the ultraviolet erythema model in guinea pigs as compared with levomekol gel. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2023;57:9:1499-504.

6. Silina EV, Stupin VA, Gabitov RB. Collagen role in the mechanisms of chronic wounds healing diabetic foot syndrome. *Klinicheskaya medicina*. 2018;96(2):107-15. (In Russ). DOI: 10.18821/0023-2149-2018-96-2-106-115

7. Stepenko YuV, Soldatov VO, Zatulokina MA, et al. Stimulation of repair in a linear wound model in rats with bischofite gel. *Farmaciya i farmakologiya*. 2019; 7(1):42-52. (In Russ).

8. Budko EV, Barchukov AV, Kan Ich, et al. Development of planimetric analysis of wound healing results. *International Journal of Medicine and Psychology*. 2023; 6(5):88-95.

9. Terekhov AG, Pankrusheva TA, Chekmareva MS, et al. Local treatment of skin wounds under ischemic conditions using an original combination of drugs in combination with magnetic therapy. *Vestnik eksperimental'noj i klinicheskoy hirurgii*. 2024;3(64):112-9. (In Russ).

10. Mishina ES, Zatulokina MA, Ryazaeva LM, et al. Morphofunctional restructuring of fibrous structures of the rat skin dermis under conditions of implantation of a 3d-scaffold based on polyprolactone. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2021;3(79):119-23. (In Russ).

11. Leveen HH, Falk G, Borek B, et al. Chemical acidification of wounds. An adjuvant to healing and the unfavorable action of alkalinity and ammonia. *Annals of surgery*. 1973;178(6):745-53. DOI: 10.1097/00000658-197312000-00011

12. Grigoryan AYU, Bezhin AI, Pankrusheva TA, et al. Local therapy of purulent wounds with wound coatings. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2022;11:42-8. (In Russ).

13. Ovod AI, Novikova MD, Solyanina VA. Marketing analysis of drugs for the treatment of wounds and ulcers. *Laboratornaya i klinicheskaya medicina. Farmaciya*. 2022;2(3):4-12. (In Russ) DOI: 10.14489/lcmp.2022.03.pp.004-012

14. Andreev AA, Ulyanov IA, Torgun PM, et al. Karyometric indicators of skin fibroblasts in the early stages of wound healing. *Zhurnal anatomii i gistopatologii*. 2021;10(1):92-6. (In Russ).

**Поступила в редакцию / Received** 30.10.2024

**Принята к публикации / Accepted** 13.11.2024

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 23-25-00021).

**Financing.** The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (grant No. 23-25-00021).

## Вклад авторов.

Концепция и дизайн исследования – Мишина Е. С., Григорьян А. Ю., Затолокина М. А., Ефанов С. А.

Сбор и обработка материала – Мишина Е. С., Григорьян А. Ю., Кудрявцева Т. Н., Сорока В. В.

Написание текста – Мишина Е. С.

Редактирование – Затолокина М. А.

**Authors' contributions.**

Concept and design of the study – Mishina E. S., Grigoryan A. Yu., Zatolokina M. A., Efanov S. A.  
Collection and processing of material – Mishina E. S., Grigoryan A. Yu., Kudryavtseva T. N., Soroka V. V.  
Text writing – Mishina E. S.  
Editing – Zatolokina M. A.

**Сведения об авторах / Information about authors**



**Екатерина Сергеевна Мишина** – к.м.н., доцент кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии Курского государственного медицинского университета, Курск, Россия.  
**Ekaterina S. Mishina** – PhD, Assistant Professor Department of Histology, Embriology, Citology, Kursk State Medical University, Kursk, Russia.  
**E-mail:** mishinaes@kursksmu.net  
**ORCID:** 0000-0002-9055-102X



**Арсен Юрьевич Григорьян** – к.м.н., доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии Курского государственного медицинского университета, Курск, Россия.  
**Arsen Yu. Grigoryan** – PhD, Assistant Professor Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Kursk State Medical University, Kursk, Russia.  
**E-mail:** arsgrigorian@gmail.com  
**ORCID:** 0000-0002-5039-5384



**Мария Алексеевна Затолокина** – д.м.н., профессор, профессор кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии Курского государственного медицинского университета, Курск, Россия.  
**Maria A. Zatolokina** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Histology, Embryology, Cytology of Kursk State Medical University, Kursk, Russia.  
**E-mail:** marika1212@mail.ru  
**ORCID:** 0000-0002-9553-1597



**Татьяна Николаевна Кудрявцева** – к.х.н., доцент, руководитель научно-исследовательской лаборатории органического синтеза Курского государственного университета, Курск, Россия.  
**Tatyana N. Kudryavtseva** – PhD, Associate Professor, Head of the Research Laboratory of Organic Synthesis at Kursk State University, Kursk, Russia.  
**E-mail:** labos@kursksu.ru  
**ORCID:** 0000-0003-1009-3004



**Сергей Анатольевич Ефанов** – старший научный сотрудник, руководитель научно-исследовательской лаборатории органического синтеза Курского государственного университета, Курск, Россия.  
**Sergey A. Efanov** – Senior Researcher, Head of the Research Laboratory of Organic Synthesis, Kursk State University, Kursk, Russia.  
**E-mail:** efanoff.sergey2016@yandex.ru  
**ORCID:** 0000-0001-5971-0654



**Виталий Витальевич Сорока** – ассистент кафедры химии Курского государственного университета, Курск, Россия.  
**Vitaliy V. Soroka** – Assistant at the Department of Chemistry at Kursk State University, Kursk, Russia.  
**E-mail:** labos@kursksu.ru  
**ORCID:** 0000-0001-5971-0632