

Научная статья

УДК 616.717/.718-001.45-022

<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17740>

## Спектр возбудителей инфекции боевых ран конечностей: собственные результаты и ретроспективный анализ

Р.А. Шафигулин<sup>1,2,3</sup>, А.А. Звегинцева<sup>3</sup>, И.Ф. Ахтямов<sup>1,2,3</sup>, А.Л. Емелин<sup>2,3</sup>,  
Э.Б. Миразимов<sup>2</sup>, Н.В. Харин<sup>1</sup>, И.Р. Валиуллина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань, Россия

<sup>3</sup> ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Республики Татарстан, г. Казань, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Инфекционные осложнения, возникающие при боевых ранениях, представляют собой одну из наиболее серьезных проблем военной медицины. Их микробиологический мониторинг является необходимой основой для выбора стартовой антимикробной терапии, прогностической стратификации рисков, оптимизации хирургической тактики и формирования локальных протоколов ведения пациентов.


**Цель исследования** — изучить видовой состав возбудителей раневой инфекции при боевых ранениях конечностей на основе результатов микробиологического исследования, проведенного в условиях стационара, функционирующего в период военного конфликта.


**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ микробиологических данных 249 пациентов с боевыми ранениями, поступивших в стационар в период с июля 2023 по март 2025 г. Идентификация микроорганизмов выполнялась методом MALDI-TOF масс-спектрометрии.

**Результаты.** Среди 383 изолятов доминировал *Staphylococcus aureus* (30,03%), за которым следовали *Acinetobacter baumannii* и *Pseudomonas aeruginosa* (по 8,62%). *S. aureus* встречался значительно чаще, чем *A. baumannii* и *P. aeruginosa* вместе взятые. Выявлено 59 уникальных патогенов, включая 13,31% условно редких, доля которых не превышала 1% от общего числа возбудителей. Полимикробные ассоциации обнаружены у 37,34% пациентов. Доля грамположительной микрофлоры (55,1%) значительно преобладала над грамотрицательной (43,1%).

**Заключение.** Полученные данные подтверждают статистически значимое доминирование *S. aureus* в структуре возбудителей раневых инфекций при огнестрельных ранениях. Высокая частота полимикробных ассоциаций и наличие редких возбудителей требуют применения современных методов диагностики, комбинированной антимикробной терапии и индивидуального подхода к лечению.

**Ключевые слова:** боевые ранения; раневая инфекция; *Staphylococcus aureus*; микробные ассоциации; микробный пейзаж; спектр возбудителей.

 **Для цитирования:** Шафигулин Р.А., Звегинцева А.А., Ахтямов И.Ф., Емелин А.Л., Миразимов Э.Б., Харин Н.В., Валиуллина И.Р. Спектр возбудителей инфекции боевых ран конечностей: собственные результаты и ретроспективный анализ. *Травматология и ортопедия России*. 2025;31(4):92-100. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17740>.

 Шафигулин Рашид Актасович; e-mail: rashid221@yandex.ru

Рукопись получена: 08.07.2025. Рукопись одобрена: 16.10.2025. Статья опубликована онлайн: 21.10.2025.

© Эко-Вектор, 2025



## The Spectrum of Pathogens in Combat Wounds of the Limbs: Own Results and Retrospective Analysis

Rashid A. Shafigulin<sup>1,2,3</sup>, Albina A. Zvegintseva<sup>3</sup>, Ildar F. Akhtyamov<sup>1,2,3</sup>, Alexey L. Emelin<sup>2,3</sup>, Eler B. Mirazimov<sup>2</sup>, Nikita V. Kharin<sup>1</sup>, Inna R. Valiullina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Kazan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Kazan, Russia

<sup>3</sup> Republican Clinical Hospital, Kazan, Russia

### Abstract

**Background.** Infectious complications arising from combat wounds are one of the most serious problems in military medicine. Their microbiological monitoring is a necessary foundation for choosing the initial antimicrobial treatment, predictive risk stratification, optimization of surgical tactics, and implementation of local patient management protocols.

**The aim of the study** – to explore the species composition of wound infection pathogens in combat injuries of the limbs based on the results of microbiological testing conducted in a hospital functioning during a military conflict.

**Methods.** We performed a retrospective analysis of microbiological data from 249 patients with combat wounds admitted to the hospital between July 2023 and March 2025. Microorganisms were identified using MALDI-TOF mass spectrometry.

**Results.** Among the 383 isolates, *Staphylococcus aureus* dominated (30.03%), followed by *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* (8.62% each). *S. aureus* occurred significantly more often than *A. baumannii* and *P. aeruginosa* combined. We identified 59 unique pathogens, including 13.31% relatively rare pathogens. Polymicrobial associations were found in 37.34% of patients. The proportion of Gram-positive microflora (55.1%) significantly predominated over Gram-negative microflora (43.1%).

**Conclusions.** The obtained data confirm the statistically significant dominance of *S. aureus* in the structure of pathogens in infected gunshot wounds. The high frequency of polymicrobial associations and the presence of rare pathogens necessitate the use of modern diagnostic methods, combined antimicrobial therapy, and an individualized treatment approach.

**Keywords:** combat injuries; wound infection; *Staphylococcus aureus*; microbial associations; microbial landscape; pathogen spectrum.

**Cite as:** Shafigulin R.A., Zvegintseva A.A., Akhtyamov I.F., Emelin A.L., Mirazimov E.B., Kharin N.V., Valiullina I.R. The Spectrum of Pathogens in Combat Wounds of the Limbs: Own Results and Retrospective Analysis. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2025;31(4):92-100. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17740>.

✉ Rashid A. Shafigulin, e-mail: rashid221@yandex.ru

Submitted: 08.07.2025. Accepted: 16.10.2025. Published online: 21.10.2025.

© Eco-Vector, 2025

## ВВЕДЕНИЕ

Инфекционные осложнения, возникающие при боевых ранениях, представляют собой одну из наиболее серьезных проблем военной медицины. Несмотря на значительные достижения в области антимикробной терапии и хирургического лечения, раневые инфекции остаются частым и опасным осложнением, оказывающим существенное влияние на исходы лечения и продолжительность реабилитации раненых [1, 2].

Современные боевые ранения характеризуются обширными повреждениями тканей, высокой степенью загрязнения и сложностью этиологической структуры возбудителей. Основными факторами, способствующими развитию инфекций, являются контаминация раны бактериями из окружающей среды, наличие инородных тел, а также длительное пребывание пациентов в условиях стационара, где возможно инфицирование внутрибольничными штаммами микроорганизмов [3, 4, 5, 6].

Микробный пейзаж боевых ран претерпевает значительные изменения в зависимости от этапа оказания медицинской помощи. На ранних стадиях преобладают грамположительные бактерии, тогда как на поздних этапах лечения увеличивается доля полирезистентных грамотрицательных микроорганизмов, включая *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas aeruginosa* [7, 8]. Особую тревогу вызывает высокая устойчивость этих возбудителей к антибиотикам, что значительно осложняет подбор эффективной терапии [9, 10].

В условиях современных военных конфликтов отмечается рост частоты выделения полирезистентных штаммов, что требует постоянного микробиологического мониторинга и своевременной коррекции антибактериальной терапии [11, 12]. Кроме того, важную роль в профилактике инфекционных осложнений играют хирургическая обработка ран, применение вакуум-ассистированной терапии и соблюдение противоэпидемических мероприятий [13, 14].

Таким образом, микробиологический мониторинг инфекционных осложнений у пациентов с боевыми травмами представляет собой необходимую основу для обоснованного выбора стартовой антимикробной терапии, прогностической стратификации рисков, оптимизации хирургической тактики и формирования локальных протоколов ведения пациентов. Сопоставление собственных данных с результатами аналогичных исследований позволяет объективизировать локальные особенности спектра возбудителей, повысить клиническую эффективность терапии.

**Цель исследования** — изучить видовой состав возбудителей раневой инфекции при боевых ранениях конечностей на основе результатов микробиологического исследования, проведенного в условиях стационара, функционирующего в период военного конфликта.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Тип исследования — одноцентровое, наблюдательное, ретроспективное.

Проведен анализ результатов микробиологических исследований пациентов с боевыми ранениями конечностей, полученными в условиях современного военного конфликта.

Объектом исследования послужили результаты микробиологического исследования раневого отделяемого, полученного при первичной перевязке у пациентов, проходивших лечение в Республиканской клинической больнице (г. Казань) в период с 1 июля 2023 г. по 31 марта 2025 г.

Всего проанализированы микробиологические данные 249 пациентов с инфицированными боевыми травмами конечностей

Забор клинического материала проводился с соблюдением асептических условий при первой перевязке до обработки раны стерильным тупфером с поверхности травмированных тканей (фасции, мышцы, сухожилия, костная ткань) в зависимости от морфологии раны.

Микробиологическое исследование раневого отделяемого осуществлялось в соответствии с методическими рекомендациями ВОЗ «Основные методы лабораторных исследований в клинической бактериологии» (Женева, 1994).

Для первичной идентификации микроорганизмов проводили посев на питательную среду — колумбийский агар («Средофф», Россия). Инкубация осуществлялась в термостате при температуре 37°C в течение 24 ч. При отсутствии роста культура термостатировалась дополнительно до 48 ч.

Выделенные чистые культуры микроорганизмов подвергались идентификации методом MALDI-TOF масс-спектрометрии с использованием прибора Microflex MALDI Biotyper (Bruker Daltonik GmbH, Германия).

Дифференциация между клинически значимыми возбудителями и контаминантами не производилась.

### Статистический анализ

Анализ полученных данных проводился с использованием программного обеспечения Microsoft Excel Office 2013. При описании использовались абсолютные значения ( $n$ ) и доли (%). Основное внимание уделялось оценке частоты выделения различных

видов возбудителей, распределению в зависимости от окраски по Граму, микробным ассоциациям и присутствию редких патогенов (доля менее 1%).

Проверка гипотезы о том, что *Staphylococcus aureus* встречается статистически значимо чаще других возбудителей, проводилась при помощи  $\chi^2$ -теста на равномерность распределения (все возбудители равновероятны) и Z-теста для сравнения пропорций (*S. aureus* с остальными). При проверке статистических гипотез нулевая гипотеза отвергалась при значении  $p < 0,005$ . При проведении множественных сравнений применялась поправка Бонферрони к уровню значимости (скорректированный  $\alpha^* = 0,000098$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включены 249 пациента с боевыми ранениями конечностей, от которых получено 383 микробных изолята. Проведенный анализ показал разнотипный спектр возбудителей, что указывает на сопоставимое участие грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов в структуре раневых инфекций.

Среди всех изолятов доля грамположительной флоры составила 55,1% ( $n = 211$ ), грамотрицательной — 43,1% ( $n = 165$ ). В 1,83% ( $n = 7$ ) случаев были выявлены плесневые и дрожжевые грибы. Условно редкие возбудители, доля которых не превышала 1% от общего числа возбудителей, составили 13,31% ( $n = 51$ ), что подчеркивает значительное микробиологическое разнообразие и необходимость комплексной диагностики (табл. 1).

Таблица 1  
Спектр возбудителей боевой инфекции конечностей

| Возбудитель                         | %     | n   |
|-------------------------------------|-------|-----|
| <i>Staphylococcus aureus</i>        | 30,03 | 115 |
| <i>Acinetobacter baumannii</i>      | 8,62  | 33  |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>       | 8,62  | 33  |
| <i>Corynebacterium striatum</i>     | 6,01  | 23  |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i>   | 5,48  | 21  |
| <i>Enterococcus faecalis</i>        | 4,70  | 18  |
| <i>Escherichia coli</i>             | 4,70  | 18  |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i>        | 2,87  | 11  |
| <i>Enterobacter cloacae</i>         | 2,61  | 10  |
| <i>Acinetobacter pittii</i>         | 1,83  | 7   |
| <i>Streptococcus dysgalactiae</i>   | 1,57  | 6   |
| <i>Achromobacter</i> sp.            | 1,31  | 5   |
| <i>Acinetobacter nosocomialis</i>   | 1,31  | 5   |
| <i>Staphylococcus simulans</i>      | 1,31  | 5   |
| <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> | 1,31  | 5   |
| <i>Streptococcus pyogenes</i>       | 1,31  | 5   |
| <i>Acinetobacter</i> sp.            | 1,04  | 4   |
| <i>Alcaligenes faecalis</i>         | 1,04  | 4   |
| <i>Proteus mirabilis</i>            | 1,04  | 4   |
| Прочие                              | 13,31 | 51  |

Выявление более чем 13% редких возбудителей, включая дрожжевые грибы, подчеркивает важность применения чувствительных и современных методов идентификации, таких как MALDI-TOF масс-спектрометрия.

У 93 (37,34%) пациентов выявлены микробные ассоциации, что требует особого подхода к антимикробной терапии и хирургической тактике. Так, в 156 случаях источником инфекции выступал один возбудитель, в 66 случаях — 2 возбудителя, в 18 случаях — 3 возбудителя, в 6 случаях — 4 возбудителя, в 2 случаях источниками инфекции были 5 возбудителей, а в 1 случае — 7 возбудителей.

Статистический анализ выявил значимое отклонение распределения возбудителей от равномерной модели ( $\chi^2 = 1963,5$ ;  $df = 51$ ;  $p < 0,0001$ ). Доля *Staphylococcus aureus* составила 30,03% (95% ДИ: 25,66–34,80), что значимо превышало ожидаемую при равномерном распределении долю ( $Z = 39,1$ ;  $p < 0,0001$ ). *Staphylococcus aureus* значимо преобладал над всеми другими возбудителями, включая суммарную долю *Acinetobacter baumannii* и *Pseudomonas aeruginosa* ( $Z = 4,12$ ;  $p = 0,000019$ ). Все попарные сравнения с отдельными возбудителями остались статистически значимыми после поправки Бонферрони для множественных сравнений ( $p < 0,000098$  для всех тестов).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование представляет характеристику спектра возбудителей инфекционных осложнений у пациентов с боевыми ранениями конечностей, полученными в условиях современного военного конфликта. Анализ 383 изолятов от 249 пациентов выявил ряд особенностей, которые, с одной стороны, согласуются с общемировыми тенденциями, а с другой — подчеркивают специфику эпидемиологической обстановки в нашей клинике и, возможно, организации медицинской помощи.

Наиболее значимым выводом нашего исследования является статистически подтвержденное доминирование *Staphylococcus aureus* (30,03%), которое встречалось значимо чаще не только чем любой другой отдельный патоген, но и чем суммарная доля следующих за ним по частоте *Acinetobacter baumannii* и *Pseudomonas aeruginosa* (по 8,62% каждый). Это отличает наши данные от ряда исследований боевых ранений, проведенных в ходе конфликтов на Ближнем Востоке (Ирак, Афганистан, Сирия), в которых сообщалось о преобладании грамотрицательных неферментирующих бактерий, прежде всего *A. baumannii* и *P. aeruginosa* [4, 7, 8, 10, 12, 15]. В работах V. Kovalchuk с соавторами и С.Л. Teicher с соавторами на долю *A. baumannii* приходилось от 30 до 40%

изолятов [4, 15, 18]. Такое расхождение может объясняться несколькими факторами, а именно сроками оказания медицинской помощи, эпидемиологическими и географическими особенностями театра военных действий.

Преобладание грамположительной флоры, в частности *S. aureus*, часто ассоциировано с более ранними стадиями раневой инфекции. *S. aureus* является классическим компонентом кожной микробиоты и одним из первых колонизаторов раны. Высокая доля грамположительных микроорганизмов (55,1% против 43,1% грамотрицательных) в нашем исследовании может косвенно свидетельствовать о том, что пациенты поступали в стационар на относительно ранних этапах после ранения и подвергались адекватной и своевременной первичной хирургической обработке. Это ограничивало развитие поздних внутрибольничных инфекций, вызываемых полирезистентными грамотрицательными патогенами.

Второй важной находкой является микробное разнообразие. Было идентифицировано 59 видов микроорганизмов, причем 13,31% изолятов были отнесены к категории редких (доля менее 1%). Этот факт, наряду с высокой частотой полимикробных ассоциаций (37,34% пациентов), полностью соответствует данным современных исследований боевых ранений, где полимикробные инфекции являются скорее правилом, чем исключением [1, 2, 7, 11]. Однако полученная нами доля ассоциаций (37,34%) несколько ниже, чем показатели в 70–85%, приведенные в таблице 2 для других конфликтов [1, 2, 4, 10, 15]. Это также может поддерживать гипотезу о более раннем поступлении пациентов, когда еще не успела сформироваться сложная вторичная микробная биопленка, характерная для хронических ран.

Результаты сопоставлены с данными публикаций по микробиологическому составу ран при боевых травмах в разных странах (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица результатов микробиологических исследований

| Источник                                | Грам(-) флора, % | Грам(+) флора, % | Микробные ассоциации, % | Ведущие возбудители, %  | Метод расчета   |
|---|------------------|------------------|-------------------------|---|---|
| Собственные данные                      | 29,9             | 54,83            | 37,34                   | <i>Staphylococcus aureus</i> (30,03%),<br><i>Acinetobacter baumannii</i> (8,62%),<br><i>Pseudomonas aeruginosa</i> (8,62%)  | От числа изолятов<br>(n = 383)  |
| Крюков Е.В.<br>и др., 2023              | 64,7             | 33,8             | Не<br>указано           | <i>Klebsiella pneumoniae</i> (21,6%),<br><i>Acinetobacter</i> spp. (20,8%),<br><i>Pseudomonas</i> spp. (13,8%)  | От числа изолятов<br>(n = 2217)   |
| Бубман Л.И.<br>и др., 2024              | 64,7             | 35,3             | 77,8                    | <i>A. baumannii</i> (44,4%),<br><i>E. faecalis</i> (43,9%), <i>P. aeruginosa</i> (26,2%), <i>K. pneumoniae</i> (17,3%)  | От числа пациентов<br>(n = 234)   |
| Kovalchuk V.,<br>Kondratiuk V.,<br>2017 | 65,0             | 35,0             | 12,3                    | <i>Acinetobacter</i> spp. (53% образцов),<br><i>Pseudomonas</i> spp. (15% образцов)   | Грам(+) / Грам(-):<br>от изолятов (n = 117);<br>полимикробность:<br>от образцов (n = 100) |
| Mende K.<br>et al., 2022                | 74,63            | 52,84            | 61,00                   | <i>Enterococcus</i> spp. (36,42%),<br><i>Escherichia coli</i> (21,79%),<br><i>Pseudomonas</i> spp. (21,49%)   | От числа инфекций<br>(n = 335)  |
| Petersen K.<br>et al., 2007             | 81,00            | 19,00            | 47,00                   | <i>Acinetobacter</i> spp. (33,33%),<br><i>Escherichia coli</i> (15,15%),<br><i>Pseudomonas</i> spp. (15,15%)  | От числа изолятов<br>(n = 132)  |
| Akers K.S.<br>et al., 2014              | 62,0             | 38,0             | 72,0                    | <i>Acinetobacter baumannii</i> (24,0%),<br><i>Pseudomonas aeruginosa</i> (23,7%),<br><i>Escherichia coli</i> (8,5%)   | От числа изолятов<br>(n = 448)  |
| Teicher C.L.<br>et al., 2014            | 56,0             | 44,0             | 13,33                   | <i>Staphylococcus aureus</i> (44,19%),<br><i>Pseudomonas aeruginosa</i> (23,26%),<br><i>Escherichia coli</i> (18,60%),<br><i>Acinetobacter baumannii</i> (13,95%) | От числа изолятов<br>(n = 43)   |

| Источник                      | Грам(-)<br>флора, % | Грам(+)<br>флора, % | Микробные<br>ассоциации,<br>% | Ведущие возбудители, %  | Метод расчета                  |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---|--------------------------------|
| Heitkamp R.A.<br>et al., 2018 | 52,0                | 48,0                | 58,0                          | <i>Enterococcus</i> spp. (30,0%),<br><i>Staphylococcus aureus</i> (20,0%)   | От числа пациентов<br>(n = 50) |
| Kovalchuk V.<br>et al., 2024  | 68,00               | 32,00               | 82,00                         | <i>Acinetobacter baumannii</i> (35,00%),<br><i>Pseudomonas aeruginosa</i> (30,00%)  | От числа изолятов<br>(n = 120) |
| Оприщенко А.А.<br>и др., 2018 | 8,70                | 78,26               | 21,74%                        | <i>Staphylococcus aureus</i> (доминирует<br>на первичном этапе);<br><i>Acinetobacter baumannii</i> (17,86%)<br>и <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (10,71%)<br>на этапе нозокомиальной инфекции | От числа пациентов<br>(n = 69) |

Для сравнения: в гражданских ортопедических стационарах России доля грамположительной флоры достигала 77,5%, доля микробных ассоциаций — 51,2% [20], в европейских и американских гражданских учреждениях преобладал *S. aureus*, в том числе MRSA при доле микробных ассоциаций 20–30% [21].

Наши результаты занимают промежуточную позицию между боевыми и гражданскими условиями течения инфекционных осложнений: преобладание *S. aureus* указывает на возможное более раннее поступление пациентов и эффективность первичной хирургической обработки. Однако высокая доля микробных ассоциаций и редких возбудителей требует углубленного лабораторного исследования, включая выявление редких патогенов и определение механизмов их резистентности, что диктует многоуровневый подход к терапии.

### Ограничения исследования

При проведении исследования мы не принимали во внимание сроки полученной травмы, предыдущую терапию, а также этапы сортировки и эвакуации пострадавших, что может являться ограничением исследования. Другим фактором, ограничивающим наше исследование, является отсутствие возможности дифференцировки между диагностически значимыми возбудителями и контаминантами.

### Перспективы

Дальнейшими вопросами, требующим изучения, являются резистентность возбудителей в нашей выборке и их антибиотикочувствительность, а также поиск корреляции между обнаружением вида возбудителя и оказанием первичной медицинской помощи, а также этапами сортировки и эвакуации пострадавших.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование демонстрирует, что спектр возбудителей раневой инфекции при огнестрельных ранениях конечностей характеризуется доминированием *Staphylococcus aureus*, а также значительной долей *Acinetobacter baumannii* и *Pseudomonas aeruginosa*. Выявлено высокое микробное разнообразие — 59 видов патогенов, включая 13,31% редких, что требует применения современных методов диагностики (MALDI-TOF). Отмечена высокая частота микробных ассоциаций (37,34% случаев), особенно при тяжелых ранениях (до 7 возбудителей в одной ране), что диктует необходимость комбинированной терапии и индивидуального подхода. Выявлена более высокая доля грамположительной флоры по сравнению с другими исследованиями, что может быть связано с более ранним поступлением пациентов и эффективной первичной хирургической обработкой. Однако данное утверждение требует дальнейшего поиска корреляции между обнаружением вида возбудителя и оказанием первичной медицинской помощи, а также этапами сортировки и эвакуации пострадавших.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Заявленный вклад авторов**

Шафигулин Р.А. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование текста рукописи.

Звегинцева А.А. — анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи.

Ахтямов А.Ф. — научное руководство, редактирование текста рукописи.

Емелин А.Л. — анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи.

Миразимов Э.Б. — статистическая обработка данных, написание текста рукописи

Харин Н.В. — статистическая обработка данных.

Валиуллина И.Р. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Возможный конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Не требуется.

**Генеративный искусственный интеллект.** Для поиска необходимой информации в оригинальных статьях, представленных в таблице 2, применялась система искусственного интеллекта DeepSeek (<https://www.deepseek.com>) с последующей вычиткой, верификацией и проверкой полученной информации авторами статьи.

## DISCLAIMERS

**Author contribution**

Shafigulin R.A. — study concept and design, data acquisition, data analysis and interpretation, drafting and editing the manuscript.

Zvegintseva A.A. — data analysis and interpretation, drafting the manuscript.

Akhtyamov I.F. — scientific guidance, editing the manuscript.

Emelin A.L. — data analysis and interpretation, drafting the manuscript.

Mirazimov E.B. — statistical data processing, drafting the manuscript.

Kharin N.V. — statistical data processing.

Valiullina I.R. — data acquisition, editing the manuscript.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Disclosure competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** Not required.

**Use of artificial intelligence.** The DeepSeek AI was used to find the necessary information in the articles of the Table 2 (<https://www.deepseek.com>) with subsequent proofreading and verification by the authors of the article.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Крюков Е.В., Головкин К.П., Маркевич В.Ю., Суборова Т.Н., Носов А.М., Хугаев Л.А. и др. Характеристика антибиотикорезистентности возбудителей инфекционных осложнений у раненых. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2023;25(2):193-202. doi: 10.17816/brmma207771.
2. Бубман Л.И., Тополянская С.В., Рачина С.А., Гладких М.А., Усова Т.В., Карпов В.В. и др. Микробный пейзаж при исследовании ран у пациентов с боевыми травмами конечностей. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2024;26(4): 401-410. doi: 10.36488/cmasc.2024.4.401-410.

3. Bubman L.I., Topolyanskaya S.V., Rachina S.A., Gladkih M.A., Usova T.V., Karpov V.V. et al. Microbial landscape of wounds in patients with combat trauma of extremities. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2024;26(4):401-410. (In Russian). doi: 10.36488/cmasc.2024.4.401-410.
4. Murray C.K., Hinkle M.K., Yun H.C. History of infections associated with combat-related injuries. *J Trauma*. 2008;64(3 Suppl):S221-231. doi: 10.1097/TA.0b013e318163c40b.
5. Kovalchuk V., Kondratiuk V. Bacterial flora of combat wounds from eastern Ukraine and time-specified changes of bacterial recovery during treatment in Ukrainian military hospital. *BMC Res Notes*. 2017;10:152. doi: 10.1186/s13104-017-2481-4.
6. Борисов И.В., Митиш В.А., Пасхалова Ю.С. Анализ раневых инфекций при боевой травме в США (обзор литературы). *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченко*. 2024;1(2):6-12. doi: 10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12.
7. Borisov I.V., Mitish V.A., Paskhalova Yu.S. Analysis of wound infections in combat injuries in US (a literature review). *Wounds and wound infections. The prof. B.M. Kostyuchenok Journal*. 2024;11(2):6-12. (In Russian). doi: 10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12.

6. Бесчастнов В.В. Особенности лечения боевой травмы конечностей у военнослужащих блока НАТО в период вооруженных конфликтов на территории Ирака и Афганистана (обзор литературы). *Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б.М. Костюченко*. 2021;8(3):8-12. doi: 10.25199/2408-9613-2021-8-3-6-10. Beschastnov V.V. Features of NATO's soldiers limbs combat trauma treatment during armed conflicts on the territory of Iraq and Afghanistan (literature review). *Wounds and wound infections. The prof. B.M. Kostyuchenok Journal*. 2021;8(3):8-12. (In Russian). doi: 10.25199/2408-9613-2021-8-3-6-10.
7. Mende K., Akers K.S., Tyner S.D., Bennett J.W., Simons M.P., Blyth D.M. et al. Multidrug-Resistant and Virulent Organisms Trauma Infections: Trauma Infectious Disease Outcomes Study Initiative. *Mil Med*. 2022;187(Suppl 2):42-51. doi: 10.1093/milmed/usab131.
8. Petersen K., Riddle M.S., Danko J.R., Blazes D.L., Hayden R., Tasker S.A. et al. Trauma-related infections in battlefield casualties from Iraq. *Ann Surg*. 2007;245(5):803-811. doi: 10.1097/01.sla.0000251707.32332.c1.
9. Magiorakos A.P., Srinivasan A., Carey R.B., Carmeli Y., Falagas M.E., Giske C.G. et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18(3):268-281. doi: 10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x.
10. Akers K.S., Mende K., Cheatle K.A., Zera W.C., Yu X., Beckius M.L. et al. Biofilms and persistent wound infections in United States military trauma patients: a case-control analysis. *BMC Infect Dis*. 2014;14:190. doi: 10.1186/1471-2334-14-190.
11. Tribble D.R., Murray C.K., Lloyd B.A., Ganesan A., Mende K., Blyth D.M. et al. After the Battlefield: Infectious Complications among Wounded Warriors in the Trauma Infectious Disease Outcomes Study. *Mil Med*. 2019;184(Suppl 2):18-25. doi: 10.1093/milmed/usz027.
12. Sahli Z.T., Bizri A.R., Abu-Sittah G.S. Microbiology and risk factors associated with war-related wound infections in the Middle East. *Epidemiol Infect*. 2016;144(13):2848-2857. doi: 10.1017/S0950268816000431.
13. Ploumis A., Mpourazanis G., Martzivanou C., Mpourazanis P., Theodorou A. The Role of Vacuum Assisted Closure in Patients with Pressure Ulcer and Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *World J Plast Surg*. 2019;8(3):279-284. doi: 10.29252/wjps.8.3.279.
14. Murray C.K., Obrebsky W.T., Hsu J.R., Andersen R.C., Calhoun J.H., Clasper J.C. et al. Prevention of Combat-Related Infections Guidelines Panel. Prevention of infections associated with combat-related extremity injuries. *J Trauma*. 2011;71(2 Suppl 2):S235-257. doi: 10.1097/TA.0b013e318227ac5f.
15. Teicher C.L., Ronat J.B., Fakhri R.M., Basel M., Labar A.S., Herard P. et al. Antimicrobial drug-resistant bacteria isolated from Syrian war-injured patients, August 2011-March 2013. *Emerg Infect Dis*. 2014;20(11):1949-1951. doi: 10.3201/eid2011.140835.
16. Wallum T.E., Yun H.C., Rini E.A., Carter K., Guymon C.H., Akers K.S. et al. Pathogens present in acute mangled extremities from Afghanistan and subsequent pathogen recovery. *Mil Med*. 2015;180(1):97-103. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00301.
17. Heitkamp R.A., Li P., Mende K., Demons S.T., Tribble D.R., Tyner S.D. Association of Enterococcus spp. with Severe Combat Extremity Injury, Intensive Care, and Polymicrobial Wound Infection. *Surg Infect (Larchmt)*. 2018;19(1):95-103. doi: 10.1089/sur.2017.157.
18. Kovalchuk V., Kondratiuk V., McGann P., Jones B.T., Fomina N., Nazarchuk O. et al. Temporal evolution of bacterial species and their antimicrobial resistance characteristics in wound infections of war-related injuries in Ukraine from 2014 to 2023. *J Hosp Infect*. 2024;152:99-104. doi: 10.1016/j.jhin.2024.06.011.
19. Оприщенко А.А., Штутин А.А., Кравченко А.В., Поддубная Е.Н., Поповиченко Л.Л. Особенности микробного пейзажа огнестрельных ран конечностей. *Университетская клиника*. 2018;(1):72-76. doi: 10.26435/uc.v0i1(26).142.
20. Оприщенко А.А., Штутин А.А., Кравченко А.В., Поддубная Е.Н., Поповиченко Л.Л. Features of the microbial landscape of gunshot wounds of the extremities. *University Clinic*. 2018;(1):72-76. (In Russian). doi: 10.26435/uc.v0i1(26).142.
20. Касимова А.Р., Туфанова О.С., Гордина Е.М., Гвоздецкий А.Н., Радаева К.С., Рукина А.Н. и др. Двенадцатилетняя динамика спектра ведущих возбудителей ортопедической инфекции: ретроспективное исследование. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(1):66-75. doi: 10.17816/2311-2905-16720.
20. Kasimova A.R., Tufanova O.S., Gordina E.M., Gvozdetzky A.N., Radaeva K.S., Rukina A.N. et al. Twelve-Year Dynamics of Leading Pathogens Spectrum Causing Orthopedic Infection: A Retrospective Study. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(1):66-75. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-16720.
21. Liu H., Wang Y., Xing H., Chang Z., Pan J. Risk factors for deep surgical site infections following orthopedic trauma surgery: a meta-analysis and systematic review. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):811. doi: 10.1186/s13018-024-05299-2.

#### Сведения об авторах

✉ Шафигулин Рашид Актасович — канд. мед. наук  
Адрес: Россия, Республика Татарстан, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18  
<https://orcid.org/0009-0008-6146-4470>  
eLibrary SPIN: 1458-1630  
e-mail: rashid221@yandex.ru

Звегинцева Альбина Айратовна  
<https://orcid.org/0000-0002-9327-9324>  
eLibrary SPIN: 8318-7702  
e-mail: albina.zvegintseva@yandex.ru

#### Authors' information

✉ Rashid A. Shafigulin — Cand. Sci. (Med.)  
Address: 18, Kremlyovskaya st., Kazan, 420008, Republic of Tatarstan, Russia  
<https://orcid.org/0009-0008-6146-4470>  
eLibrary SPIN: 1458-1630  
e-mail: rashid221@yandex.ru

Albina A. Zvegintseva  
<https://orcid.org/0000-0002-9327-9324>  
eLibrary SPIN: 8318-7702  
e-mail: albina.zvegintseva@yandex.ru

*Ахтямов Ильдар Фуатович* — д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>

eLibrary SPIN: 6579-8640

e-mail: yalta60@mail.ru

*Емелин Алексей Львович* — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0009-0000-1833-9991>

eLibrary SPIN: 9531-3600

e-mail: travmatica@mail.ru

*Миразимов Элер Бахтиёр-угли*

<https://orcid.org/0009-0005-9473-325X>

e-mail: dr.mirazimov@gmail.com

*Харин Никита Вячеславович*

<https://orcid.org/0000-0003-4850-143X>

eLibrary SPIN: 3574-8161

e-mail: nik1314@mail.ru

*Валиуллина Инна Робертовна*

<https://orcid.org/0000-0001-8532-8432>

eLibrary SPIN: 3740-4091

e-mail: inna.valiulleena@tatar.ru

*Ildar F. Akhtyamov* — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>

eLibrary SPIN: 6579-8640

e-mail: yalta60@mail.ru

*Alexey L. Emelin* — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0009-0000-1833-9991>

eLibrary SPIN: 9531-3600

e-mail: travmatica@mail.ru

*Eler B. Mirazimov*

<https://orcid.org/0009-0005-9473-325X>

e-mail: dr.mirazimov@gmail.com

*Nikita V. Kharin*

<https://orcid.org/0000-0003-4850-143X>

eLibrary SPIN: 3574-8161

e-mail: nik1314@mail.ru

*Inna R. Valiullina*

<https://orcid.org/0000-0001-8532-8432>

eLibrary SPIN: 3740-4091

e-mail: inna.valiulleena@tatar.ru