

# Особенности микробного пейзажа и антибактериальной химиотерапии при минно-взрывных ранениях в условиях современных военных конфликтов

\*А. Д. КАЗАНЦЕВ<sup>1,2</sup>, К. В. ЛИПАТОВ<sup>1,2</sup>, Г. Г. МЕЛКОНЯН<sup>1,2</sup>, И. М. БУРИЕВ<sup>1</sup>,  
С. В. ТОПОЛЯНСКАЯ<sup>1,2</sup>, Л. И. БУБМАН<sup>1</sup>, Е. М. ФОМИНЫХ<sup>1</sup>,  
И. А. КУКУШКИН<sup>1</sup>, А. Н. ГУДИН<sup>1</sup>, А. А. АСТАПОВСКИЙ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн №3 ДЗМ», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

## Резюме

**Актуальность.** Для современных военных конфликтов характерно увеличение числа минно-взрывных ранений (МВР). Бактериальная инфекция приводит к тяжёлым гнойным осложнениям. Микробный пейзаж и антибиотикочувствительность бактерий при МВР недостаточно изучены и являются предметом дискуссий. **Цель работы.** Проанализировать особенности видового состава и антибиотикорезистентности бактерий у пациентов с МВР нижних конечностей. **Материал и методы.** Ретроспективно проанализированы результаты обследования и лечения 575 пациентов с МВР нижних конечностей. Средний возраст раненых составил 35 лет [IQR 18–60], а средняя давность ранения — 16 дней [IQR 4–62]. Микробиологическое исследование включало качественный анализ бактериальной флоры и определение чувствительности к антибиотикам. Исследовалось раневое отделяемое и ткани, полученные при хирургической обработке (ХО). Определение чувствительности к антибиотикам проводилось диско-диффузионным методом. **Результаты.** Преобладала конфекция — 70,1%. Среди грамположительных микроорганизмов чаще встречались *Enterococcus faecalis* — 43,9%, среди грамотрицательных — *Acinetobacter* spp. — 39,3%, *Pseudomonas aeruginosa* — 19,9%, *Klebsiella pneumoniae* — 18,9%, *Escherichia coli* — 12,2%, *Enterobacter* spp. — 11,4%. Чем больше времени прошло с момента ранения, тем чаще выделялись грамотрицательные микроорганизмы. Наибольшая полиантибиотикоустойчивость отмечена среди *Acinetobacter* spp. (69,6%), *K. pneumoniae* (66,5%) и *P. aeruginosa* (40,1%). Необходимость выполнения повторных ХО ран чаще возникла при выделении *Acinetobacter* spp. и *P. aeruginosa* (69,8% и 42,5%). **Заключение.** МВР характеризуются высоким уровнем микробных ассоциаций и грамотрицательной флоры, число которой увеличивалось с течением времени после ранения. Это говорит о значимости контаминации ран госпитальной полиантибиотикоустойчивой микрофлорой.

**Ключевые слова:** минно-взрывные ранения; раневая инфекция; микробный пейзаж; антибиотикорезистентность; антибиотикотерапия

**Для цитирования:** Казанцев А. Д., Липатов К. В., Мелконян Г. Г., Буриев И. М., Тополянская С. В., Бубман Л. И., Фоминых Е. М., Кукушкин И. А., Гудин А. Н., Астаповский А. А. Особенности микробного пейзажа и антибактериальной химиотерапии при минно-взрывных ранениях в условиях современных военных конфликтов. *Антибиотики и химиотер.* 2025; 70 (11–12): 33–42. doi: https://doi.org/10.37489/0235-2990-2025-70-11-12-33-42. EDN: MYGUDS.

## Features of the Microbial Landscape and Antibacterial Chemotherapy in Mine-Blast Wounds in Modern Military Conflicts

\*ALEKSANDR D. KAZANTCEV<sup>1,2</sup>, KONSTANTIN V. LIPATOV<sup>1,2</sup>,  
GEORGE G. MELKONYAN<sup>1,2</sup>, ILYA M. BURIEV<sup>1</sup>, SVETLANA V. TOPOLYANSKAYA<sup>1,2</sup>,  
LEONID I. BUBMAN<sup>1</sup>, EVGENIJ M. FOMINYH<sup>1</sup>, IVAN A. KUKUSHKIN<sup>1</sup>,  
ANDREJ N. GUDIN<sup>1</sup>, ALEKSANDR A. ASTAPOVSKIY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia

<sup>2</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

## Abstract

**Background.** Modern military conflicts are characterized by an increase in the incidence of mine-blast wounds (MBWs). Bacterial infection may lead to severe purulent complications. The microbial landscape and antibiotic susceptibility of

\*Адрес для корреспонденции:  
E-mail: Alex\_nordsbk@inbox.ru



EDN: MYGUDS

\*Correspondence to:  
E-mail: Alex\_nordsbk@inbox.ru



bacteria in MBWs are poorly understood and remain a subject of debate. *The aim of this study* was to analyze the species composition and antibiotic resistance of bacteria in patients with lower extremity MBWs. *Material and methods.* The results of examination and treatment of 575 patients with lower extremity MBWs were retrospectively analyzed. The median age of the wounded was 35 years [IQR: 18–60], and the median time since the injury was 16 days [IQR: 4–62]. Microbiological examination included qualitative analysis of bacterial flora and determination of antibiotic susceptibility. Wound discharge and tissues obtained during surgical debridement (SD) were examined. Antibiotic susceptibility testing was performed using the disk diffusion method. *Results.* Co-infection was predominant and amounted to 70.1% of the cases. Among gram-positive microorganisms, *Enterococcus faecalis* was most common at 43.9%. Among gram-negative bacteria, the most common were: *Acinetobacter* spp. — 39.3%, *Pseudomonas aeruginosa* — 19.9%, *Klebsiella pneumoniae* — 18.9%, *Escherichia coli* — 12.2%, *Enterobacter* spp. — 11.4%. The longer the time since the injury, the more frequently gram-negative microorganisms were isolated. The highest polyantibiotic resistance was noted among *Acinetobacter* spp. (69.6%), *K. pneumoniae* (66.5%) and *P. aeruginosa* (40.1%). The need for repeated chemical wound ablation was observed more often when *Acinetobacter* spp. and *P. aeruginosa* were isolated (69.8% and 42.5%). *Conclusion.* MBWs are characterized by high levels of microbial associations and gram-negative flora, the number of which increased over time after the wound formation. This demonstrates the importance of controlling wound contamination with hospital-acquired, polyantibiotic-resistant microflora.

**Keywords:** mine-blast wounds; wound infection; microbial landscape; antibiotic resistance; antibiotic therapy

**For citation:** Kazantsev A. D., Lipatov K. V., Melkonyan G. G., Buriev I. M., Topolyanskaya S. V., Bubman L. I., Fominykh E. M., Kukushkin I. A., Gudín A. N., Astapovsky A. A. Features of the microbial landscape and antibacterial chemotherapy in mine-blast wounds in modern military conflicts. *Antibiotiki i Khimioter = Antibiotics and Chemotherapy*. 2025; 70 (11–12): 33–42. doi: <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2025-70-11-12-33-42>. EDN: MYGUDS. (in Russian)

## Введение

Являясь характерной чертой боевых действий, боевые ранения в современных условиях претерпели существенные изменения, связанные в первую очередь с совершенствованием вооружений и увеличением числа минно-взрывных ранений (МВР) [1]. Массивное загрязнение ран патогенной микрофлорой, тяжёлые и обширные повреждения тканей создают благоприятные условия для развития раневой инфекции [2]. Такие частые осложнения МВР как шок и массивная кровопотеря негативно отражаются на неспецифической иммунобиологической резистентности организма, способствуя развитию инфекционных осложнений [3, 4]. Несвоевременно выполненная или неполноценная первичная хирургическая обработка ран (ПХО), связанная зачастую с объективными факторами, также приводит к неблагоприятному течению раневого процесса [5].

Использование средств индивидуальной защиты привело к уменьшению ранений туловища при значительном увеличении частоты поражений конечностей, нередко сопровождающихся повреждением сосудисто-нервных пучков и костей [6]. Такие поражения в условиях развившегося инфекционного процесса часто приводят к ампутации конечности и последующей инвалидизации пациента [7].

Анализ современных публикаций показал, что микробный пейзаж при боевых ранениях чаще всего представлен грамположительными микроорганизмами родов *Staphylococcus*, *Streptococcus* и *Enterococcus*. Среди грамотрицательной микрофлоры чаще встречаются представители семейства Enterobacteriaceae [1, 8]. Сообщается и о значимой роли анаэробов в развитии гнойных раневых осложнений, однако их выделение и идентификация связаны с рядом трудностей [9, 10]. К сожа-

лению, выделение из ран патогенной микрофлоры далеко не всегда даёт положительный результат, что связывают с особенностями сбора и обработки биологических образцов [11]. Среди факторов, влияющих на характер возбудителей и образуемые ими ассоциации, выделяют местоположение полученной травмы, характер почвы, контакт с водой, присутствие в ране инородных тел, а также время с момента ранения до выполнения хирургической обработки [12]. Частота выделения микроорганизмов из боевых ран, по данным различных авторов, варьирует от 50 до 90% [4, 12, 13]. В этом заключается одна из проблем при проведении антибактериальной химиотерапии.

Ещё одной особенностью МВР считается частое выделение ассоциаций патогенных микроорганизмов, однако их частота и время появления в боевой ране являются предметом дискуссий [9, 14]. Наряду с этим, опубликованы данные о преобладании моноинфекции при ранениях [15]. Микробный пейзаж при МВР не является чем-то статичным и характеризуется исчезновением из ран со временем одних микроорганизмов и появлением других [16]. Особенно часто это бывает госпитальная микрофлора, попадающая в раны на различных этапах медицинской эвакуации и нередко характеризующаяся полирезистентностью. Среди таких микроорганизмов чаще встречаются представители грамотрицательной флоры: *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas* spp. и *Enterobacter* spp. [1, 2]. Хотя по данным других авторов, госпитальная микрофлора может быть представлена грамположительными кокками: *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. [11, 17]. Причём при боевых ранениях доля энтерококков может лидировать в различных микробных ассоциациях [3]. Среди факторов, влияющих на характер возбудителей и образуемые ими ассоциации, вы-

деляют местоположение полученной травмы, характер почвы, контакт с водой, присутствие в ране инородных тел, а также время с момента ранения до выполнения хирургической обработки [12].

При минно-взрывных ранениях наряду с хирургической обработкой антибактериальная терапия является важнейшим компонентом комплекса лечебных мероприятий. Её эффективность находится в прямой зависимости от чувствительности к антибиотикам раневой микрофлоры. В этой связи важными представляются исследования, касающиеся изучения антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов среди раневой микрофлоры. Опубликованы данные об увеличении частоты выделения из боевых ран полирезистентных штаммов *Enterobacterialis* spp., *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, метициллинорезистентных *Staphylococcus aureus* (MRSA) [1, 18]. Особенно этот факт характерен для раненых, длительно находящихся в стационарах [19].

Таким образом, минно-взрывные ранения характеризуются крайне высоким риском развития инфекционных осложнений. Для проведения стартовой эмпирической антибиотикотерапии необходимо детальное изучение микробного пейзажа боевых ран и его изменения на различных этапах медицинской эвакуации. Однако до настоящего времени многие вопросы, связанные с этим, не получили достаточного освещения или характеризуются противоречивыми ответами, что определяет актуальность дальнейших исследований.

Цель исследования — проанализировать особенности видового состава и антибиотикорезистентности (АР) бактериальных возбудителей у пациентов с минно-взрывными ранениями нижних конечностей.

## Материал и методы

**Популяция.** Ретроспективно проанализированы результаты обследования и лечения 575 пациентов с минно-взрывными ранениями нижних конечностей, полученными в результате военного конфликта. Исследование выполнено на базе Госпиталя для ветеранов войн №3 Департамента здравоохранения Москвы (ГВВ №3) в период 2023–2025 гг. Средний возраст раненых составил 35 лет [IQR 18–60 лет], средняя давность ранения составила 16 дней [IQR 4–62 дней].

**Критерии включения.** Раны нижних конечностей, полученные в результате минно-взрывных ранений.

**Критерии исключения.** Отсутствие идентификации микробной флоры.

Лечебный комплекс включал в себя хирургическую обработку (ХО), местное лечение ран и антибактериальную терапию (АБТ). Вторичная хирургическая обработка (ВХО) была выполнена всем раненым. Необходимость повторной ХО была продиктована осложнённым течением раневого процесса. Пациентам вначале проводили стартовую эмпирическую антибактериальную терапию, учитывая особенности инфекционного процесса и возможный риск осложнений в послеоперационном периоде. Стартовая антибактериальная терапия могла подвергаться коррекции после получения результатов микробиологических исследований (МБИ) раневого отделяемого. МБИ включало в себя каче-

ственный анализ бактериальной флоры и определение её чувствительности к антибиотикам.

Материалом для микробиологического исследования послужило раневое отделяемое, полученное при ХО с посевом на питательные среды. Посев клинического материала проводили в течение 2 ч после его получения. Выявление и идентификация микроорганизмов проводились в соответствии со стандартными методами и процедурами: для культуральной диагностики в чашках Петри использовали 5% кровяной агар, солевой агар с маннитом или среду Эндо. Инкубация посевов проводилась от 24 до 120 ч при 35–37°C. С помощью биохимических тест-систем (СТАФИтест-16, НЕФЕРМтест-24, ЭНКОК-КУСтест, ЭНТЕРО-тест-16 и -Рапид-24, ErbaLachema) на микробиологическом анализаторе iEMSReaderMF (Labsystems) проводилась идентификация каждого вида возбудителя.

Определение чувствительности к антибактериальным препаратам (АБП) проводилось с использованием диско-диффузионного метода (Bio-Rad). Спектр тестируемых АБП для энтерококков включал: ампициллин, ванкомицин, гентамицин, линезолид, тигециклин и цiproфлоксацин. Для энтеробактерий определяли чувствительность к амикацину, амоксициллину/клавуланату, гентамицину, меропенему, цефотаксиму, цефтазидиму, цiproфлоксацину и колистину. Спектр тестируемых АБП для ферментирующих бактерий включал: амоксициллин/клавуланат, ампициллин, гентамицин, пиперацillin/тазобактам, цефтазидим, цефепим, имипенем, меропенем, колистин, амикацин, цiproфлоксацин и азтреонам (для *P. aeruginosa*), тобрамицин и ко-тримоксазол.

Интерпретация полученных результатов осуществлялась в соответствии с Межрегиональной ассоциацией по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии (МАКМАХ) совместно с Министерством здравоохранения РФ. Российские национальные рекомендации «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» (версия 2024-02)». Чувствительным при стандартном режиме дозирования (Ч) / Susceptible, standard dosing regimen (S) считали микроорганизм при высокой вероятности эффективности терапии при стандартном режиме дозирования. Чувствительный при увеличенной экспозиции антимикробного препарата (У) / Susceptible, Increased exposure (I) — микроорганизм, будучи чувствительным при увеличении экспозиции препарата путём коррекции режима дозирования или благодаря его концентрации в очаге инфекции, а резистентный (Р) / resistant (R) — микроорганизм при высокой вероятности терапевтической неудачи даже при увеличенной экспозиции препарата [20].

**Статистическая обработка полученных данных.** Для обработки полученных данных использовался следующий пакет прикладных статистических программ — STATISTICA 13.0 (TIBCO, Palo Alto, USA) и IBM SPSS Statistics 30 (IBM, New York, USA). Статистическая обработка была произведена методами сбора и группировки фактического материала. Распределение на «нормальность» определялось с помощью критерия Колмогорова–Смирнова ( $\lambda^2$ ) и Шапиро–Уилка ( $W_p$ ). При ненормальном распределении непараметрическая статистика предполагала вычисление медианы ( $Me$ ) и межквартильного размаха ( $IQR$ ). Достоверность различия определялась с помощью критерия Манна–Уитни (Mann–Whitney,  $U$ -test). Коэффициент корреляции Спирмена (Spearman's rank correlation coefficient,  $R_s$ ) проверялся для непараметрических признаков. Различия показателей при  $p < 0,05$  считались достоверными.

## Результаты

При первичном МБИ в большинстве случаев обнаружен рост патогенных микроорганизмов — 508 (88,3%) случаев. Выявлен широкий спектр микроорганизмов из минно-взрывных ран (рис. 1).

Наиболее часто встречались: *Enterococcus faecalis* — 203 (43,9%), *Acinetobacter baumannii* — 109 (21,5%) и *Acinetobacter lwoffii* — 90 (17,8%) случаев. Значительно реже идентифицировали *Escherichia coli* и *Enterobacter cloacae* — 62 (12,2%) и 58 (11,4%) изолятов соответственно. Особенностью наблюдений стало то, что MRSA идентифицирован в 7 (1,4%) изолятах. Моноинфекция выявлена в 152 (29,9%) случаях, при этом также чаще всего высевался *A. baumannii* — 49 (32,2%). Полимикробная инфекция отмечена в 356 (70,1%) случаях.

Преобладала коинфекция *A. baumannii* + *E. faecalis* — 114 (32%) случаев, реже встречалась ассоциация *A. baumannii* + *E. coli* — 7 (2%) случаев (рис. 2).

При первичном МБИ в 37 (6,4%) случаях роста микроорганизмов не обнаружено.

В табл. 1 приведён анализ особенностей видового состава с учётом времени, прошедшего с момента ранения. Как видно из табл. 1, чаще всего полученные результаты соответствовали первоначальным данным МБИ при поступлении. Однако удалось обнаружить факт того, что в ранние сроки (до 16 сут) чаще высевались *E. faecalis*, *Acinetobacter* spp. — 316 (42,5%) изолята. В позднем периоде после ранения (17 суток и более) частота встречаемости *E. faecalis* снижалась в 1,5 раза, а *Acinetobacter* spp. увеличивалась в 1,4 раза.

В первые 7 сут с момента ранения преобладали грамположительные микроорганизмы (за счёт *E. faecalis*) — 118 (53,9%) против 101 (46,1%) случаев грамотрицательной флоры. Начиная с 8-х суток лидирующую позицию занимали грамотрицательные бактерии — 458 (66,3%) против 233 (33,7%) изолятов. Примечательно, что штаммы *E. coli* чаще преобладали на ранних сроках ранения (до 14 сут) — 49 (12,7%) против 13 (10,3%). Количество *P. aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae* увеличивалась в 1,7 раза к поздним срокам ранения. Доля коинфекции была примерно одинаковой во всех периодах после ранения, однако на поздних сроках она незначительно увеличивалась — 70,7 против 69,9% на ранних сроках.

Чувствительность наиболее часто выявлявшейся микробной флоры к АБТ при первичном МБИ представлена в табл. 2. Доля чувствительных (S), чувствительных при увеличенной экспозиции (I), а также резистентных (R) ко всем тестируемым АБП представлена на рис. 3. Из

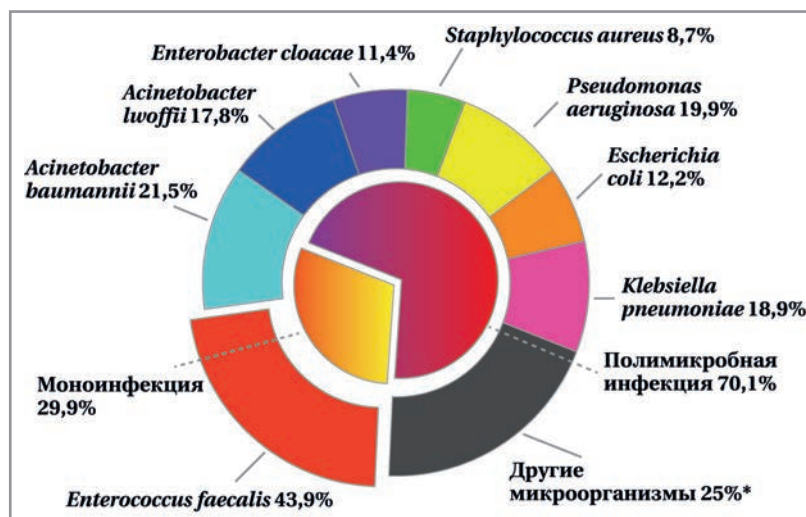


Рис. 1. Микробиологическая характеристика боевых ран нижних конечностей.

**Примечание.** Другие микроорганизмы представлены: *Achromobacter xylosoxidans xylos*, *Bacillus* spp., *Citrobacterfreundii*, *Corynebacterium* spp., *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus* MRSA, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Providencia stuartii*, *Chryseobacterium* spp., *Candida* spp., *Peptostreptococcus* spp.

Fig. 1. Microbiological characteristics of combat wounds of the lower extremities.

**Note.** Other microorganisms included: *Achromobacter xylosoxidans xylos*, *Bacillus* spp., *Citrobacterfreundii*, *Corynebacterium* spp., *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus* MRSA, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Providencia stuartii*, *Chryseobacterium* spp., *Candida* spp., *Peptostreptococcus* spp.

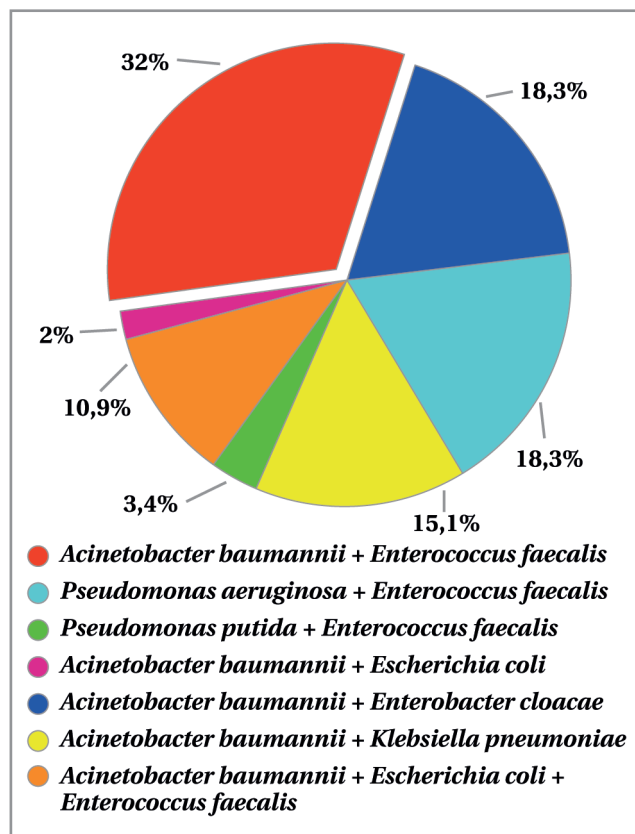


Рис. 2. Ассоциации бактериальных возбудителей.

Fig. 2. Microbial pathogen associations.

**Таблица 1. Взаимосвязь времени, прошедшего с момента ранения, с часто высеваемыми возбудителями**  
**Table 1. Relationship between time elapsed since injury and frequently isolated pathogens**

Микроорганизмы	Время, прошедшее с момента ранения (сут)				Всего изолятов
	ранние сроки ранения		поздние сроки ранения		
	1-7, n=122	8-14, n=259	15-21, n=79	более 21, n=48	
<i>Acinetobacter</i> spp.	38 (31,1%)	98 (37,8%)	40 (50,6%)	23 (47,9%)	199 (39,3%)
<i>Enterobacter cloacae</i>	7 (5,7%)	29 (11,2%)	14 (17,7%)	8 (16,7%)	58 (11,4%)
<i>Enterococcus faecalis</i>	73 (59,8%)	107 (41,3%)	27 (34,2%)	16 (33,3%)	223 (43,9%)
<i>Escherichia coli</i>	15 (12,3%)	34 (13,1%)	8 (10,1%)	5 (10,4%)	62 (12,2%)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	16 (13,1%)	46 (17,8%)	21 (26,6%)	13 (27,1%)	96 (18,9%)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17 (13,9%)	50 (19,3%)	23 (29,1%)	11 (22,9%)	101 (19,9%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	20 (16,4%)	12 (4,6%)	10 (12,7%)	2 (4,2%)	44 (8,7%)
Другие микроорганизмы	33 (27%)	77 (29,7%)	5 (6,3%)	12 (25%)	127 (25%)
Грамположительные микроорганизмы	118 (53,9%)	181 (69,9%)	33 (22,3%)	19 (21,1%)	351 (38,6%)
Грамотрицательные микроорганизмы	101 (46,1%)	272 (60,1%)	115 (77,7%)	71 (78,9%)	559 (61,4%)
Моноинфекция	42 (34,4%)	67 (25,9%)	20 (25,3%)	16 (33,3%)	152 (29,9%)
Коинфекция	80 (65,6%)	192 (74,1%)	59 (74,7%)	32 (66,7%)	356 (70,1%)

**Таблица 2. Чувствительность к АБП микроорганизмов минно-взрывных ран при первичном МБИ раневого отделяемого**

**Table 2. Sensitivity of microorganisms in mine-explosive wounds to antibiotics in primary microbiological examination of wound discharge**

Антибиотик	Грамотрицательная микрофлора									Грамполо- жительная микрофлора					
	<i>Escherichia coli</i> , n= 62, %			<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , n= 101, %			<i>Klebsiella pneumoniae</i> , n= 96, %			<i>Acinetobacter spp.</i> , n= 199, %			<i>Enterococcus faecalis</i> , n= 223, %		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Азтреонам	—	—	—	0	92,9	7,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Амикацин	85,5	4,8	9,7	58,8	4,7	36,5	28	18,2	53,8	32,4	4,8	62,8	—	—	—
Амоксициллин / клавуланат	35,5	36,8	27,4	—	—	—	2,3	14,5	83,2	—	—	—	—	—	—
Ампициллин	21	3,2	75,8	—	—	—	0	0	100	—	—	—	93,8	0	6,2
Ванкомицин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	0	0
Гентамицин	90,3	0	9,7	21,4	5,5	73,1	25,8	6,7	67,5	29,6	4,1	66,3	17,5	0	82,5
Имипенем	100	0	0	52,4	8,2	39,5	91	1	7	31,8	0	68,2	—	—	—
Колистин	—	—	—	99	1	0	92	0	8	87,7	0	12,3	—	—	—
Ко-тримоксазол	32,3	0	67,7	—	—	—	24,2	0	75,8	22,5	12,1	65,4	—	—	—
Линезолид	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	0	0
Меропенем	93,5	0	6,5	53,7	7,7	38,6	20,1	4,2	75,7	21,4	0	78,6	—	—	—
Пиперациллин / тазобактам	83,9	4,8	11,3	10,1	30,3	59,6	39,2	10,6	50,2	10,8	7,3	81,9	—	—	—
Тигециклин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93	7	0
Тобрамицин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,4	0	64,6	—	—	—
Цефепим	—	—	—	24,6	20,2	55,2	21,8	18,3	59,9	0,5	3,5	96	—	—	—
Цефотаксим	3,3	0	96,7	—	—	—	4	1	95	—	—	—	—	—	—
Цефтазидим	19,4	8,1	72,5	35,1	20,8	44,1	8	0	92	1,3	9,1	89,6	—	—	—
Ципрофлоксацин	46,8	1,6	51,6	23,5	28,8	47,7	2	2	96	17,5	2,3	80,2	78	0	22

табл. 2 видно, что довольно часто идентифицированная грамотрицательная бактериальная флора резистентна к таким антибиотикам, как цефтазидим — 74,6%, ципрофлоксацин — 68,9%, гентамицин — 54,2%, пиперациллин/тазобактам — 51%, ко-тримоксазол (кроме *P. aeruginosa*) — 69,6%, цефепим (кроме *E. coli*) — 70,4%, меропенем и амикацин (*Acinetobacter* spp. и *K. pneumoniae*) — 77,2 и 58,3% соответственно, ампициллин и цефотаксим (*E. coli* и *K. pneumoniae*) — 87,9 и 70,4 соответственно. Среди изолированной грамотрицательной микробной флоры *Acinetobacter* spp. (69,6%) и *K. pneumoniae* (66,5%) обладают большей резистентностью

к антибиотикам ( $p < 0,05$ ). Резистентность грамотрицательной микробной флоры к АБП составила — 54,1%. Данные по чувствительности демонстрируют значительную вариативность. Наилучшая чувствительность отмечена: *E. coli* — к меропенему (100%), имипенему (100%), гентамицину (90,3%), ципрофлоксацину (46,8%), *P. aeruginosa* — к колистину (99%), амикацину (58,8%), меропенему (53,7%), имипенему (52,4%), *K. pneumoniae* — к колистину (92%), имипенему (91%), *Acinetobacter* spp. — к колистину (87,7%).

Анализируя данные антибиотикорезистентности грамположительной микрофлоры, можно

отметить, что в менее трети случаев (18,4%) высеивался резистентный *E. faecalis* ( $p < 0,05$ ). Чувствительность при увеличенной экспозиции наблюдалась к гентамицину (17,5%) и цефтазидиму (17,8%). Высокая резистентность отмечалась к колистину (87,7%) и линезолиду (35,4%).

Самая высокая чувствительность у *E. faecalis* наблюдалась к ванкомицину (100%), амоксицилину/клавуланату (91%) и цефепиму (90,3%). Резистентность грамположительной микробной флоры к АБП составила — 28,4%.

Наиболее часто применяемыми АБП были: амикацин (38,2%), ванкомицин (35,5%), цефепим (31,4%), цефтриаксон (27,8%), меропенем (у 23,7%). В виде монотерапии наиболее часто использовались цефтриаксон (18,1%), цефепим (16,3%), цефотаксим/сульбактам (14,7%), амоксициллин/клавуланат (12,3%), амикацин (8,3%). В большинстве случаев (65,1%) использовались комбинации двух и более АБП. Наиболее часто назначаемыми комбинациями АБП были: цефепим с сульбактамом (32,4%), ванкомицин с амикацином (29,3%), меропенем с ванкомицином (15,6%) и меропенем с линезолидом (10,4%).

Хирургическая обработка включала в себя удаление всех нежизнеспособных тканей. Однако сохраняющиеся воспалительные явления послужили основанием для проведения повторной ХО (рис. 4).

Как видно из рис. 4, в большинстве случаев было достаточно однократной повторной ХО — 407 (70,1%) случаев. Необходимость проведения двух повторных ХО отмечена у 13 (19,4%) больных. Три и более обработки потребовались 7 (10,4%) пациентам.

Наблюдалась определённая взаимосвязь числа повторных хирургических обработок с видовым составом бактериальной флоры (табл. 3).

Наличие в ране *Acinetobacter* spp. и *P. aeruginosa* чаще приводило к необходимости многократных повторных ХО. При контаминации раны *E. faecalis* и *K. pneumoniae* чаще всего удавалось ликвидировать инфекцию однократной ХО. При полимикробной инфекции число повторных ХО было достоверно выше — 81,3%. При моноинфекциях они требовались в 18,7% случаев, а в 7,2% — при отсутствии первичного выявления возбудителя. При ассоциации *A. baumannii* + *E. faecalis* и *P. aeruginosa* + *E. faecalis* многократные ХО требовались

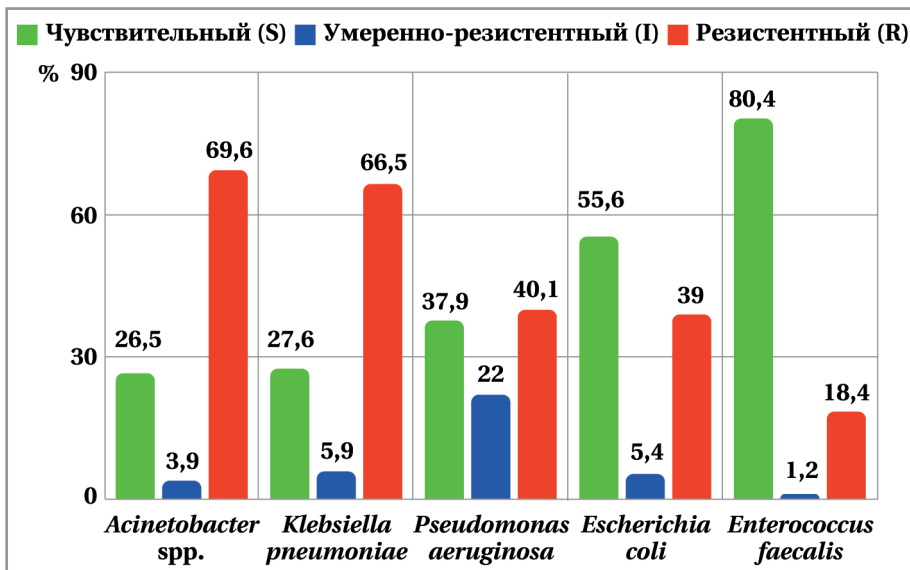


Рис. 3. Результаты определения чувствительности к АБП часто выявлявшихся микроорганизмов при первичном МБИ.

Fig. 3. Results of antibiotic sensitivity in frequently detected microorganisms in primary microbiological examination.

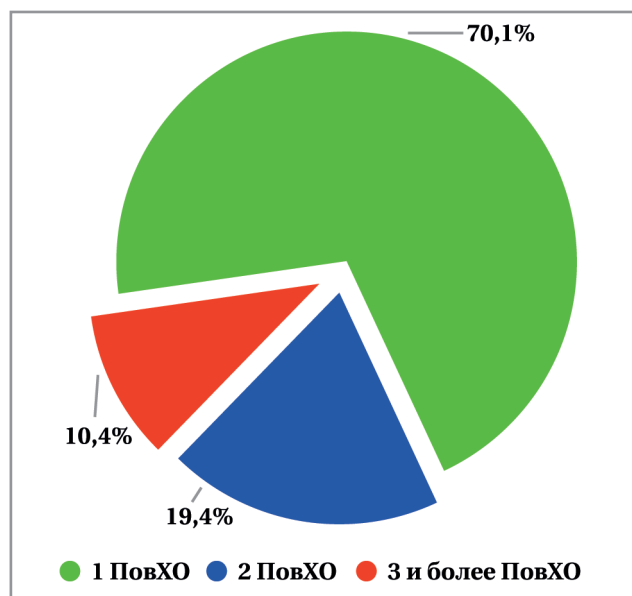


Рис. 4. Частота повторных оперативных вмешательств у пациентов с минно-взрывными ранами нижних конечностей.

Fig. 4. Frequency of repeated surgical interventions in patients with mine-blast wounds of the lower extremities.

чаще всего — 7 (35,2%) и 4 (18,8%) случаев соответственно ( $p < 0,05$ ).

## Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в подавляющем большинстве случаев (88,3%) идентифицированы потенциально патогенные микроорганизмы, что согласуется с большинством

**Таблица 3. Взаимосвязь числа повторных хирургических обработок с микрофлорой при первичном МБИ**  
**Table 3. Relationship between the number of repeated surgical treatments and microflora in primary microbiological examination**

Микроорганизмы	1 ПовХО, n=47	2 ПовХО, n=13	3 и более ПовХО, n=7	Всего изолятов
<i>Acinetobacter</i> spp.	15 (31,9%)	6 (46,2%)	6 (85,7%)	27 (5,3%)
<i>Enterobacter cloacae</i>	4 (8,5%)	2 (15,4%)	2 (28,6%)	8 (1,6%)
<i>Enterococcus faecalis</i>	22 (46,8%)	6 (46,2%)	3 (42,9%)	31 (6,1%)
<i>Escherichia coli</i>	5 (10,6%)	4 (30,8%)	0 (0%)	9 (1,8%)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10 (21,3%)	3 (23,1%)	0 (0%)	13 (2,6%)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7 (14,9%)	4 (30,8%)	4 (57,1%)	15 (3%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	3 (6,4%)	2 (15,4%)	1 (14,3%)	6 (1,2%)
Другие микроорганизмы	13 (27,7%)	2 (15,4%)	2 (28,6%)	17 (3,3%)
Моноинфекция	19 (40,4%)	3 (23,1%)	1 (14,3%)	152 (29,9%)
Коинфекция	28 (59,6%)	10 (76,9%)	6 (85,7%)	356 (70,1%)

других опубликованных исследований [2, 21]. Учитывая загрязнение боевых ран на поле боя, а также несколько этапов медицинской эвакуации, такое частое инфицирование предсказуемо. Однако в одном американском исследовании, охватывающим военнослужащих в Ираке, обсеменённость в ранний период (до 48 ч) после ранения составляла порядка 49% [11]. Боевые раны были получены от импровизированных взрывных устройств. Авторы связывают такую относительно низкую частоту инфицирования с быстрой и одноэтапной медицинской эвакуацией раненых — «golden hour», а также со своевременной хирургической обработкой в полевых госпиталях. По их мнению, применение данного подхода привело к значительному снижению микробного роста, уменьшив его с  $10^5$  до  $10^3$  КОЕ/г. Также авторы связывают низкую частоту микробной обсеменённости с тем, что песчаная среда имеет низкую концентрацию грамотрицательной микрофлоры (<30%).

Особенностью пациентов, которые вошли в настоящее исследование, стало то, что все они после минно-взрывного ранения и до госпитализации в ГВВ № 3 прошли от 1 до 3 этапов медицинской эвакуации, где им оказывалась медицинская, в том числе и хирургическая помощь. Соответственно, тот микробный пейзаж ран, который был отмечен и проанализирован в проведённом исследовании, отличается от первичного бактериального загрязнения минно-взрывных ран и характеризует раневую микрофлору спустя различные сроки после получения ранения.

Все минно-взрывные ранения нижних конечностей вне зависимости от срока давности боевой травмы характеризовались значительным преобладанием полимикробной инфекции — в среднем 70,1%. Это отличает боевые раны от гнойных ран другого происхождения, при которых частота ассоциаций микроорганизмов редко превышает 20–25% [22]. Ещё одной их особенностью стало преобладание грамотрицательных микроорганизмов над грамположительными (61,4% против 38,6% среди всех пациентов). Однако ряд исследований акцентирует внимание на значимой

роли грамположительной микрофлоры — *Staphylococcus* spp. и *Streptococcus* spp. [4]. Основанием для такого вывода послужило обнаружение авторами грамположительной флоры в составе ассоциаций до 25%. Полученные результаты можно объяснить тем, что такие патогены колонизируют кожу и слизистую, создавая благоприятные условия для диссеминации.

По данным WHO.int report (Geneva, 2023) было показано, что в «переполненных» полевых госпиталях с длительным пребыванием (> 7 сут) возрастает риск контаминации грамположительной инфекцией. При этом на поздних сроках (> 14 сут) такие патогены начинают конкурировать с грамотрицательной флорой [23]. Так, распространение грамположительных кокков может происходить через руки медицинского персонала, вентиляцию и разные поверхности в полевых госпиталях. Американское исследование сообщает, что они могут быть причиной серьёзных осложнений боевых ран. Среди них отмечают некротизирующий фасциит (10–15%), остеомиелит (до 12%) и абсцесс (до 20%) [21]. Другие эксперты подчёркивают, что ослабленный иммунитет у раненых (из-за посттравматического стрессового расстройства, антибактериальной терапии, травматического шока) способствует доминированию грамположительных бактерий на поздних стадиях из-за их способности формировать устойчивые к терапии биоплёнки в 2–18% случаев коинфекций [24].

Рассматривая видовой состав раневой микрофлоры в различные сроки с момента ранения, необходимо отметить, что если с момента ранения прошло не более одной недели, то чаще из ран высевалась грамположительная микрофлора (53,9%). Затем шло её прогрессивное уменьшение, и позже трёх недель от ранения уже значительно чаще выделялись грамотрицательные микроорганизмы (78,9%). Особенно обращает на себя внимание высокая частота выделения неферментирующих бактерий из родов *Acinetobacter*, *Pseudomonas*. Этот факт можно объяснить контаминацией ран госпитальной микрофлорой на

пройденных этапах медицинской эвакуации раненых. Полученные результаты согласуются с наблюдениями американских врачей в Ираке, где ключевую роль также играли вышеуказанные микроорганизмы [18, 24]. Эксперты отметили, что такие патогены характерны для боевых ран, учитывая их способность к «выживанию» в экстремальных условиях при обширном загрязнении ран полевой почвой, что служит первичным резервуаром для быстрой колонизации. Однако в своих выводах они не уточняют, к какому типу относятся рассматриваемые штаммы — «дикому» или «госпитальному». Идентификация типа штамма представляется перспективным направлением и может быть ценной для определения антибиотикорезистентности.

В нашем исследовании ассоциации микроорганизмов чаще всего включали *A. baumannii* в сочетании с преимущественно грамотрицательными бактериями, а также *P. aeruginosa* + *E. faecalis*. В украинском исследовании с участием аналогичной популяции пациентов преобладала монокультура, выявленная в 87,7%, но авторы не объясняют полученные результаты [15].

Осложнённое течение раневого процесса стало основанием для проведения у ряда пациентов повторных хирургических обработок ран. Сопоставление необходимости выполнения повторных операций с характером раневой микрофлоры позволило выявить определённую закономерность: три и более хирургические обработки значительно чаще были проведены в случаях выделения из ран представителей *Acinetobacter* spp. и *P. aeruginosa* (85,7 и 57,1% соответственно).

Наибольшая частота полирезистентных штаммов микроорганизмов отмечена среди *Acinetobacter* spp. (69,6%), *K. pneumoniae* (66,5%) и *P. aeruginosa* (40,1%). Другие исследования также подтверждают высокую частоту устойчивых штаммов этих патогенов в боевых ранах с аналогичными фактическими данными: у *Acinetobacter baumannii* часто выявляется 60–100% резистентность к карбапенемам, цефалоспорином и аминогликозидам (например, 94,9% — к амикацину, 92,3% — к имипенему) из-за биоплёнок и ферментов типа карбапенемаз, что делает микроорганизм панрезистентным [3, 25, 26]. Для *K. pneumoniae* различные авторы отмечают рост полирезистентных штаммов до 66–92% к бета-лактамам (ESBL-продуценты) и карбапенемам (до 29% к эртапенему), особенно при септических осложнениях, с сохранением чувствительности лишь к тигециклину (47–75%) [26, 27]. У *P. aeruginosa* обнаружена 40–68% резистентность к цефепиму, меропенему и фторхинолонам (до 100% к бета-лактамам в некоторых популяциях), с перекрёстной устойчивостью, что вызывает рецидивы в 30–50% случаев [2, 13].

## Заключение

Таким образом, МВР конечностей характеризуются значительным количеством микробных ассоциаций и преобладанием грамотрицательной микрофлоры, число которой прогрессивно увеличивалось с течением времени после ранения. Этот факт свидетельствует о высокой частоте контаминации боевых ран госпитальной микрофлорой, отличающейся при этом значительной полирезистентностью. При наличии коинфекции раненым чаще проводились повторные многократные хирургические обработки.

Своевременная и полноценная первичная хирургическая обработка ран в комплексном лечении наряду с антибактериальной терапией является краеугольным камнем профилактики развития тяжёлой раневой инфекции и способствуют замедлению формирования антибиотикоустойчивых штаммов микроорганизмов.

### Дополнительная информация

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование было рассмотрено и одобрено для публикации Местным этическим комитетом (№ 4 от 25.12.2024).

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

**Права человека и животных.** Все последующие процедуры соответствовали этическим стандартам ответственного комитета по экспериментам на людях (институциональному и национальному) и Хельсинкской декларации 1975 г., пересмотренной в 2008 г.

**Информированное согласие пациентов.** Все участники исследования или их законные представители предоставили информированное письменное согласие на сбор личных и медицинских данных до включения в исследование.

**Финансирование.** Авторы не получали финансовой поддержки для исследования, авторства и/или публикации данной статьи.

**Вклад авторов.** *Казанцев А. Д.* — концепция исследования, написание текста, визуализация; *Липатов К. В.* — концепция исследования, рецензирование; *Мелкоян Г. Г.* — концепция исследования, финальное утверждение рукописи; *Буриев И. М.* — анализ и интерпретация результатов; *Тополянская С. В.* — обзор литературы, редактирование текста; *Бубман Л. И.* — сбор фактического материала, статистическая обработка; *Фоминых Е. М.* — сбор фактического материала, подготовка рукописи; *Кукушкин И. А.* — сбор фактического материала, анализ и интерпретация результатов; *Гудин А. Н.* — сбор фактического материала, визуализация, *Астаповский А. А.* — надзор качества исполнения, редактирование текста.

**Additional information**

**Ethical Approval.** The study was reviewed and approved for publication by the Local Ethics Committee (No. 4, dated December 25, 2024).

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

**Human and Animal Rights.** All procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional and national) and with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2008.

**Informed Consent.** All study participants or their legal guardian provided informed written consent for the collection of personal and medical data collection prior to study enrolment.

**Литература/References**

1. Бубман Л. И., Тополянская С. В., Лыткина К. А. и др. Микробный пейзаж пролежней у больных с тяжёлыми травмами центральной нервной системы. Клинический разбор в общей медицине. 2023; 4 (10): 51–59. doi: <https://doi.org/10.47407/kr2023.4.10.00341>. [Bubman L. I., Topolyanskaya S. V., Lytkina K. A. et al. Microbial landscape of pressure ulcers in patients with severe injuries of the central nervous system. Klinicheskij Razbor v Obshchej Medicine. 2023; 4 (10): 51–59. doi: <https://doi.org/10.47407/kr2023.4.10.00341>. (in Russian)]
2. Mende K., Stewart L., Shaikh F., Bradley W., Lu D., Krauss M. R. et al. Microbiology of combat-related extremity wounds: Trauma Infectious Disease Outcomes Study. Diagn Microbiol Infect Dis. 2019; 94 (2): 173–179. doi: [10.1016/j.diagmicrobio.2018.12.008](https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2018.12.008).
3. Kok C. R., Bram Z., Thissen J. B., Horseman T. S., Fong K. S. K., Reichert-Scriver S. A. et al. The military gear microbiome: risk factors surrounding the warfighter. Appl Environ Microbiol. 2024; 90 (1): e0117623. doi: [10.1128/aem.01176-23](https://doi.org/10.1128/aem.01176-23).
4. Darvishi M., Zia Hejripor S., Hosseini Shokouh S. J., Soltani R. Prevention of combat-related infections: a review of the literature. Annals of Military and Health Sciences Research. 2023; 21 (3): e141348. doi: [10.5812/amh141348](https://doi.org/10.5812/amh141348).
5. Hakkenbrak N. A. G., Mikdad S. Y., Zuidema W. P., Halm J. A., Schoonmade L. J., Reijnders U. J. L. et al. Preventable death in trauma: A systematic review on definition and classification. Injury. 2021; 52 (10): 2768–2777. doi: [10.1016/j.injury.2021.07.040](https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.07.040).
6. Bieler D., Cernak I., Martineau L., Bjarnason S., Franke A., Kirkman E. et al. Guidelines for conducting epidemiological studies of blast injury. J R Army Med Corps. 2019; 165 (1): 41–44. doi: [10.1136/jramc-2018-000948](https://doi.org/10.1136/jramc-2018-000948).
7. Оприщенко А. А., Шутин А. А., Кравченко А. В. и др. Особенности микробного пейзажа огнестрельных ран конечностей. Университетская клиника. 2018; 1: 72–76. [Oprishchenko A. A., Shutin A. A., Kravchenko A. V. et al. Features of the microbial landscape of gunshot wounds of the extremities. Universitetskaya Klinika. 2018; 1: 72–76. doi: [https://doi.org/10.26435/uc.v0i1\(26\).142](https://doi.org/10.26435/uc.v0i1(26).142). (in Russian)]
8. Борисов И. В., Митиш В. А., Пасхалова Ю. С. Анализ раневых инфекций при боевой травме в США (обзор литературы). Раны и раневые инфекции. Журнал имени профессора Б. М. Костюченка. 2024; 11 (2): 6–12. doi: <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12>. [Borisov I. V., Mitish V. A., Paskhalova Yu. S. Analysis of wound infections in combat injuries in US (a literature review). Rany i ranevye infekcii. Zhurnal Imeni Professora B. M. Kostyuchonka. 2024; 11 (2): 6–12. doi: <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12>. (in Russian)]
9. Гуманенко Е. К., Самохвалова И. М. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооружённых конфликтов: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011; 672. [Gumanenko E. K., Samohvalova I. M. Voennno-polevaya hirurgiya lokal'nyh vojn i vooruzhennyh konfliktov: rukovodstvo dlya vrachej. Moscow: GEOTAR-Media; 2011; 672. (in Russian)]
10. 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](https://doi.org/10.1017/S0950268816000431).
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Acinetobacter baumannii infections among patients at military medical facilities treating injured US service members, 2002–2004. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2004; 53 (45): 1063–1066.
12. Ghieh E., Bizri A. R., Beaineh P., Chalhoub R., Sittan G. A. Systematic review of the microbiology of osteomyelitis associated with war injuries

**Funding.** The author (s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

**Authors' contributions.** Kazantsev A. D. — research concept, writing, visualization; Lipatov K. V. — research concept, review; Melkonyan G. G. — research concept, final approval of the manuscript; Buriev I. M. — analysis and interpretation of results; Topolyanskaya S. V. — literature review, text editing; Bubman L. I. — collection of factual material, statistical processing; Fominykh E. M. — collection of factual material, manuscript preparation; Kukushkin I. A. — collection of factual material, analysis and interpretation of results, Gudina A. N. — collection of factual material, visualization, Astapovsky A. A. — quality supervision, text editing.

13. Burns T. C., Stinner D. J., Mack A. W., Potter B. K., Beer R., Eckel T. T. et al.; Skeletal Trauma Research Consortium. Microbiology and injury characteristics in severe open tibia fractures from combat. J Trauma Acute Care Surg. 2012; 72 (4): 1062–1067. doi: [10.1097/TA.0b013e318241f534](https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318241f534).
14. Akers K. S., Mende K., Cheattle K. A., Zera W. C., Yu X., Beckius M. L. et al.; Infectious Disease Clinical Research Program Trauma Infectious Disease Outcomes Study Group. 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](https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-190).
15. Kovalchuk V. P., Kondratiuk V. M. 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](https://doi.org/10.1186/s13104-017-2481-4).
16. Йовенко И. А., Криштафор Д. А., Кобеляцкий Ю. Ю., Мынка В. Ю., Царьков А. В., Кузьмова Е. А. и др. Бактериальный контроль при тяжёлой огнестрельной травме. Медицина неотложных состояний. 2015; 2 (65): 171–175. [Jovenko I. A., Krishtafor D. A., Kobelyackiy Yu. Yu., Mynko V. Yu., Tsarkov A. V., Kuzmova E. A. et al. Bacterial control in severe gunshot trauma. [Medicina neotlozhnyh sostoyanij. 2015; 2 (65): 171–175. (in Russian)]
17. Murray C. K., Obremesky 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): 235–257. doi: [10.1097/TA.0b013e318227ac5f](https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318227ac5f).
18. 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): 268–81. doi: [10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x).
19. Tribble D. R., Murray C. K., Lloyd B. A. et al. After the Battlefield: infectious complications among wounded warriors in the trauma infectious disease outcomes study. Mil Med. 2019; 184 (2): 18–25. doi: [10.1093/milmed/usz027](https://doi.org/10.1093/milmed/usz027).
20. Российские рекомендации. Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам. Версия 2024-02. Год утверждения (частота пересмотра): 2024 (пересмотр ежегодно). МАКМАХ, СГМУ: Смоленск, 2024; 192. [Rossijskie rekomendatsii. Opredelenie chuvstvitel'nosti mikroorganizmov k antimikrobnym preparatam. Versiya 2024-02. God utverzheniya (chastota peresmotra): 2024 (peresmotr ezhegodno). MAKMAKh, SGMU: Smolensk, 2024; 192. (in Russian)]
21. Hinck D., Franke A., Gatzka F. Use of vacuum-assisted closure negative pressure wound therapy in combat-related injuries — literature review. Mil Med. 2010; 175 (3): 173–181. doi: [10.7205/milmed-d-09-00075](https://doi.org/10.7205/milmed-d-09-00075).
22. Блатун Л. А., Чекмарева И. А., Митиш В. А., Пасхалова Ю. С., Ушаков А. А., Крутиков М. Г. и др. Гнойно-некротические поражения кожи и мягких тканей. Тактика местного медикаментозного лечения. Гастроэнтерология. Хирургия. Интенсивная терапия. Consilium Medicum. 2019; 2: 53–62. [Blatun L. A., Chekmareva I. A., Mitish V. A., Pashkalova Yu. S., Ushakov A. A., Krutikov M. G. et al. Purulent and necrotic lesions of the skin and soft tissues. Tactics of local medical treatment. Gastroenterologiya. Hirurgiya. Intensivnaya terapiya. Consilium Medicum. 2019; 2: 53–62. (in Russian)]
23. World Health Organization (WHO). Antimicrobial Resistance in Conflict. Geneva: WHO, 2023.

24. Percival S. L., McCarty S. M., Lipsky B. Biofilms and wounds: an overview of the evidence. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2015; 4 (7): 373–381. doi: 10.1089/wound.2014.0557.
25. Petersen K., Riddle M. S., Danko J. R. 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.
26. Честнова Т. В., Останин М. А., Катулин А. Н., Семушкина А. В., Гусакова Д. Р., Зайцева Е. Д. Пейзаж микрофлоры у пострадавших от минно-взрывных ран (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2025; 3: 1–8. doi: <https://doi.org/10.24412/1609-2163-2025-3-36-43>. [Chestnova T. V., Ostanin M. A., Katulin A. N., Semushkina A. V., Gusakova D. R., Zaitseva E. D. The landscape of microflora in victims of mine-blast wounds (literature review). *Journal of New Medical Technologies*. 2025; 3: 1–8. doi: <https://doi.org/10.24412/1609-2163-2025-3-36-43>. (in Russian)]
27. Левчук И. П., Костюченко М. В. Антибактериальные препараты для местной терапии ранений различной этиологии. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2018; 1: 1–6. [Levchuk I. P., Kostyuchenko M. V. Antibacterial drugs for topical therapy of the wounds of various etiologies. *RMZH. Medicinskoe Obzrenie*. 2018; 1: 1–6. (in Russian)]

Поступила/Received 10.10.2025  
Принята в печать/Accepted 20.10.2025

## Информация об авторах

*Казанцев Александр Дмитриевич* — к. м. н., врач-пластический хирург, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ»; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0003-1238-1990

*Липатов Константин Владимирович* — д. м. н., профессор, врач-хирург, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ»; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0002-9902-2650

*Мелконян Георгий Геннадьевич* — д. м. н., профессор, врач-хирург, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ»; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0001-7234-4185

*Буриев Илья Михайлович* — д. м. н., профессор, врач-хирург, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ», Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0002-1205-9152

*Тополянская Светлана Викторовна* — д. м. н., профессор, врач-терапевт, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ»; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0002-4131-8432

*Бубман Леонид Игоревич* — врач-хирург отделения гнойной хирургии, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ», Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0002-4195-3188

*Фоминых Евгений Михайлович* — к. м. н., заведующий отделением гнойной хирургии, врач-хирург, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ», Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0001-5411-6357

*Кукушкин Иван Антонович* — заведующий отделением гнойной хирургии, врач-хирург, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ», Москва, Россия. ORCID ID: 0009-0008-4575-2317

*Гудин Андрей Николаевич* — врач-хирург отделения гнойной хирургии, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ», Москва, Россия. ORCID ID: 0009-0008-8097-6412

*Астаповский Александр Алексеевич* — клинический фармаколог, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 ДЗМ», Москва, Россия. ORCID ID: 0000-0002-9460-7289

## About the authors

*Aleksandr D. Kazantsev* — Ph. D. in Medicine, plastic surgeon, Hospital for War Veterans No. 3; I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0003-1238-1990

*Konstantin V. Lipatov* — D. Sc. in Medicine, Professor, surgeon, Hospital for War Veterans No. 3; I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0002-9902-2650

*George G. Melkonyan* — D. Sc. in Medicine, Professor, surgeon, Hospital for War Veterans No. 3; I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0001-7234-4185

*Ilya M. Buriev* — D. Sc. in Medicine, Professor, surgeon, Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0002-1205-9152

*Svetlana V. Topolyanskaya* — D. Sc. in Medicine, Professor, physician, Hospital for War Veterans No. 3; I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0002-4131-8432

*Leonid I. Bubman* — surgeon at the Purulent Surgery Unit, Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0002-4195-3188

*Evgenij M. Fominyh* — Ph. D. in Medicine, Head of the Purulent Surgery Unit, Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0001-5411-6357

*Ivan A. Kukushkin* — surgeon, Head of the Purulent Surgery Unit, Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia. ORCID ID: 0009-0008-4575-2317

*Andrej N. Gudin* — surgeon at the Purulent Surgery Unit, Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia. ORCID ID: 0009-0008-8097-6412

*Aleksandr A. Astapovskij* — clinical pharmacologist, Hospital for War Veterans No. 3, Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0002-9460-7289