ЭВОЛЮЦИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ГНОЙНО-СЕПТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ БОЕВОЙ ТРАВМЫ НА ЭТАПАХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ: ОСОБЕННОСТИ МИКРОФЛОРЫ, РЕЗИСТЕНТНОСТЬ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Есипов А.В., Филиппов А.В., Земляной А.Б.*, Мусаилов В.А., Маркевич П.С., Долгих Р.Н., Хританков С.А.
ФГБУ «НМИЦ ВМТ – ЦВКГ им. А.А. Вишневского», Красногорск

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_105

Резюме. Представлены результаты ретроспективного анализа бактериологических исследований у раненых с боевой травмой на этапах специализированной (3–4 уровень) и высокотехнологичной (5 уровень) медицинской помощи. Проанализировано 809 посевов из ран конечностей и брюшной полости. Выявлены принципиальные различия микробного пейзажа в зависимости от локализации травмы и этапа эвакуации. На этапе специализированной помощи в ранах конечностей доминируют *Escherichia coli* (23,3%), *Acinetobacter baumannii* (20,0%) и *Bacillus cereus* (20,0%), тогда как в брюшной полости преобладает грамположительная флора (53,0%) с появлением анаэробов (*Clostridium perfringens* – 2,8%). На этапе высокотехнологичной помощи отмечено полное исчезновение стерильных посевов, рост микробных ассоциаций в ранах до 63,7% и парадоксальное преобладание монокультур в брюшной полости (57,1%), интерпретируемое как маркер антибиотиковой селекции XDR-штаммов. Уровень полной резистентности в ранах конечностей достиг 49,9%, чувствительность к карбапенемам составила менее 20%. На основании полученных данных сформулированы практические рекомендации, интегрирующие микробиологический мониторинг в хирургическую тактику. Ключевой принцип: микробиология – это навигатор для повторной операции, а не повод для эскалации антибиотикотерапии.

Ключевые слова: боевая травма, гнойно-септические осложнения, рантибиотикорезистентность, *Acinetobacter baumanni*i, медицинская эвакуация, хирургическая тактика, этапное лечение, крупномасштабные боевые действия.

EVOLUTION OF THE INFECTIOUS PROCESS IN PURULENT-SEPTIC COMPLICATIONS OF COMBAT TRAUMA AT STAGES OF MEDICAL EVACUATION: FEATURES OF MICROFLORA, RESISTANCE, AND CLINICAL ASPECTS

Esipov A.V., Filippov A.V., Zemlianoi A.B.*, Musailov V.A., Markevich P.S., Dolgikh R.N., Khritankov S.A.
A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital, Krasnogorsk

Abstract. The article presents the results of a retrospective analysis of bacteriological studies in wounded patients with combat trauma at the stages of specialized (levels 3–4) and high-technology (level 5) medical care. A total of 809 cultures from extremity wounds and the abdominal cavity were analyzed. Fundamental differences in the microbial landscape were identified depending on the localization of trauma and the stage of evacuation. At the specialized care stage, *Escherichia coli* (23.3%), *Acinetobacter baumannii* (20.0%), and *Bacillus cereus* (20.0%) predominated in extremity wounds, whereas gram-positive flora prevailed in the abdominal cavity (53.0%) with the appearance of anaerobes (*Clostridium perfringens* – 2.8%). At the high-technology care stage, complete disappearance of sterile cultures was noted, an increase in microbial associations in wounds up to 63.7%, and a paradoxical predominance of monocultures in the abdominal cavity (57.1%), interpreted as a marker of antibiotic selection of XDR strains. The level of complete resistance in extremity wounds reached 49.9%, with susceptibility to carbapenems less than 20%. Based on the data obtained, practical recommendations were formulated that integrate microbiological monitoring into surgical tactics. Key principle: microbiology is a navigator for reoperation, not a reason for escalation of antibiotic therapy.

Keywords: combat trauma, purulent-septic complications, antibiotic resistance, *Acinetobacter baumannii*, medical evacuation, surgical tactics, staged treatment, large-scale combat operations.

Введение

Характер современной боевой травмы в условиях крупномасштабных вооружённых конфликтов (Large-Scale Combat Operations – LSCO) претерпел кардинальные изменения. Высокоэнергетические ранения, минно-взрывная травма, сочетанные и множественные повреждения, сопровождающиеся массивной кровопотерей и обширной деструкцией тканей, определяют беспрецедентную тяжесть контингента поступающих раненых. Благодаря внедрению современных медицинских технологий и оптимизации этапного лечения, нам удалось добиться значительного увеличения выживаемости у пациентов, которые ранее были обречены на гибель. Однако это достижение имеет и обратную сторону: в структуре летальности и инвалидизации на первые позиции выходят гнойно-септические осложнения. По данным многоцентрового исследования Salmanov A.G. и соавт. (2025) частота развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП), при боевой травме достигает 68,6% [1], что требует пересмотра устоявшихся подходов к лечению.

Сравнительный анализ с предыдущими вооружёнными конфликтами демонстрирует угрожающую динамику: частота гнойных осложнений возросла с 20–25% до 60–70%, а частота развития сепсиса – с 5–7% до 12–15% [1; 2]. Данные из зоны боевых действий в Украине показывают, что среди выделенных микроорганизмов доминируют грамотрицательные бактерии с высоким уровнем резистентности к карбапенемам, фторхинолонам и аминогликозидам [3; 4]. Многоцентровое исследование Holubnycha и соавт. (2025) подтверждает значительное преобладание полирезистентных (MDR) штаммов среди грамотрицательной флоры по сравнению с грамположительными микроорганизмами [5]. При этом ключевым фактором, утяжеляющим прогноз, становится не просто наличие инфекции, а доминирование полирезистентной (MDR) и экстремально-резистентной (XDR) микрофлоры с быстрой утратой чувствительности к большинству антибиотиков, включая карбапенемы. Исследования фиксируют, что инфекции, вызванные MDR-возбудителями, значительно чаще приводят к сепсису, ампутациям и летальным исходам [6].

* e-mail: ales9@bk.ru

Опыт конфликтов в Ираке и Афганистане (Operation Iraqi Freedom / Operation Enduring Freedom – OIF/OEF) показал, что частота посттравматических инфекций составляет 25–30%, причём значительную долю составляют инфекции, вызванные MDR-грамотрицательными микроорганизмами, сепсис и инвазивные грибковые инфекции [7]. В ходе программы TIDOS (Trauma Infectious Disease Outcomes Study, 6 лет.) было установлено, что высококонсеквентные инфекции, включая сепсис, развиваются в среднем на 3-и сутки после ранения, а MDR-инфекции – на 7-е сутки [7; 8]. Эти данные подчеркивают, что в условиях современных конфликтов, где медицинская эвакуация может быть затруднена, проблема инфекционных осложнений приобретает критическое значение.

Мы выдвинули гипотезу, что эволюция инфекционного процесса и нарастающая антибиотикорезистентность – это не случайный биологический феномен, а точное «зеркало» хирургических решений, запаздываний и ошибок на этапах медицинской эвакуации. Микробный пейзаж представляет собой объективный маркер полноты и своевременности первичной хирургической обработки (ПХО) и качества последующей санации очага. В условиях дефицита времени на этапе специализированной помощи (хирургия контроля повреждений) мы неизбежно сталкиваемся с нерадикальной ПХО и контаминацией ран почвенной микрофлорой. На этапе высокотехнологичной помощи наследием этих проблем становится хронизация процесса и селекция внутрибольничных XDR-штаммов. Анализ данных из реабилитационных центров подтверждает, что инфекции, вызванные MDR-микроорганизмами, являются одной из главных причин длительного лечения и повторных септических осложнений у пациентов с тяжелой комбинированной травмой [9].

Цель исследования

Целью нашего исследования стало сравнение микробного пейзажа и профиля антибиотикорезистентности при огнестрельных ранениях конечностей и брюшной полости на этапах специализированной (3–4 уровень) и высокотехнологичной (5 уровень) медицинской помощи для определения объективных хирургических маркеров эффективности лечения и разработки тактических рекомендаций ведения раненых с гнойно-септическими осложнениями.

Материалы и методы

Исследование выполнено как ретроспективный анализ результатов бактериологических посевов биологического материала, полученного от раненых с боевой травмой, находившихся на лечении на этапах медицинской эвакуации. Дизайн исследования предполагал сравнительный анализ микробного пейзажа и профиля антибиотикорезистентности в зависимости от локализации травмы (раны конечностей и брюшная полость) на двух последовательных этапах оказания медицинской помощи. Исследование проведено на базе ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» Минобороны России в период 2024–2025 гг.

На этапе специализированной помощи (3–4 уровень медицинской эвакуации) в анализ включены результаты бактериологических исследований раненых, поступивших после первичной хирургической обработки, выполненной в медицинских ротах и отдельных медицинских батальонах (ОМедБ). Материал для исследования получен при поступлении раненых на этап специализированной помощи. Объём выборки составил 44 посева из ран конечностей и 34 посева из брюшной полости (экссудат, отделяемое по дренажам) при лапаротомиях.

На этапе высокотехнологичной помощи (5 уровень медицинской эвакуации) в анализ включены результаты бактериологических исследований раненых, находившихся на лечении в ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» Минобороны России. Контингент – пациенты после многократных оперативных вмешательств, длительной антибиотикотерапии, с явлениями полиорганной недостаточности, перитонита и сепсиса. Хирургическая тактика включала многократные релапаротомии, VAC-терапию, лапаростомию и открытое ведение ран. Объём выборки составил 689 посевов из ран конечностей и 42 посева из брюшной полости при релапаротомиях.

Критериями включения являлись наличие боевой травмы с подтверждённым инфекционным осложнением (раневая инфекция, перитонит) и наличие результатов бактериологического исследования биологического материала. Критериями исключения – отсутствие микробиологического подтверждения инфекции и неинфекционная этиология воспалительного процесса.

Забор биологического материала осуществляли в соответствии с унифицированными правилами сбора и транспортировки биоматериала для микробиологических исследований (МУ 4.2.2039-05). Посев материала проводили на стандартные питательные среды (кровяной агар, агар МакКонки, желточно-солевой агар, среда Сабуро) с использованием количественного метода.

Идентификацию выделенных микроорганизмов осуществляли культуральным методом с изучением морфологических, тинкториальных, культуральных и биохимических свойств микроорганизмов с использованием стандартных тест-систем (API, BioMerieux, Франция), а также методом MALDI-ToF масс-спектрометрии для ускоренной идентификации чистых культур.

Оценку антибиотикочувствительности выделенных штаммов проводили диско-диффузионным методом на среде Мюллера-Хинтон в соответствии с рекомендациями Европейского комитета по оценке антибиотикочувствительности (EUCAST) и клиническими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам».

Для выявления генов резистентности к бета-лактамным и гликопептидным антибиотикам использо-

вали метод полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ) с детекцией ДНК микроорганизмов в нативном биоматериале и/или культурах. Определяли наличие генов, кодирующих карбапенемазы классов A (KPC), B (NDM, VIM, IMP) и D (OXA-48-подобные), бета-лактамазы расширенного спектра (гены *blaTEM*, *blaSHV*, *blaCTX-M*), метициллинрезистентность стафилококков (ген *mecA*) и ванкомицинрезистентность энтерококков (гены *vanA*, *vanB*).

Результаты

Микробный пейзаж на этапе специализированной помощи

На этапе специализированной помощи (3–4 уровень медицинской эвакуации) обследованы раненые после первичной хирургической обработки, выполненной в медицинских ротах и ОМедБ. Контингент характеризовался высокой степенью тяжести травмы (по ВПХ-П(ОР) 8,6±4,9 баллов), наличием почвенной контаминации ран и длительной транспортировкой до этапа специализированной помощи. Хирургическая тактика на догоспитальном этапе была ограничена принципами хирургии контроля повреждений, что объективно сопровождалось дефицитом времени на радикальную обработку и неполнотой ПХО.

При бактериологическом исследовании ран конечностей (n = 44) установлено, что ведущими микроорганизмами являлись *Escherichia coli* (23,3%), *Acinetobacter baumannii* (20,0%) и *Bacillus cereus* (20,0%). Структура микробного пейзажа характеризовалась доминированием грамотрицательной флоры. Обращало на себя внимание практически полное отсутствие анаэробных микроорганизмов, что, вероятно, связано с методическими особенностями забора и транспортировки материала, а не с их клинической незначимостью. Особого внимания заслуживает выделение *Bacillus cereus* (20,0%), что прямо указывало на почвенную контаминацию раны и являлось маркером неадекватной первичной хирургической обработки. Наибольшее клиническое значение имело выделение *Acinetobacter baumannii* (20,0%), который, как показал последующий анализ, служил объективным хирургическим маркером неполноты ПХО.

Микробный пейзаж брюшной полости (n = 34) принципиально отличался от ран конечностей. Лидирующие позиции занимали *Escherichia coli* (19,4%), *Bacillus cereus* (13,9%), *Candida albicans* и *Staphylococcus aureus* (по 8,3%), *Enterococcus* spp. (8,3%). Ключевым отличием являлось практически полное отсутствие *Acinetobacter baumannii* (менее 3%), что указывало на отсутствие связи данного патогена с абдоминальной травмой. В брюшной полости появлялись анаэробы – *Clostridium perfringens* (2,8%), что характерно для повреждения толстой кишки. Отмечено преобладание грамположительной флоры (53,0%) против грамотрицательной (38,5%), а доля грибов составила 8,6%. Структура микробных ассоциаций характеризовалась преобладанием монокультур (61,8% против 38,2% ассоциаций).

Сравнительный анализ двух локализаций выявил общие микроорганизмы (*E. coli*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*), что свидетельствовало об универсальных механизмах контаминации. При этом обнаружено принципиальное различие в соотношении грамположительной и грамотрицательной флоры: в ранах конечностей доминировали грамотрицательные микроорганизмы, в брюшной полости – грамположительные. Отмечено появление специфических для каждой локализации микроорганизмов: *Clostridium perfringens*, *Edwardsiella tarda* и *Enterococcus* spp. – только в брюшной полости; *Aeromonas hydrophila* (3,3%) – только в ранах конечностей. Частота стерильных посевов была выше в ранах конечностей (34,1% против 20,0% в брюшной полости), что могло быть обусловлено предварительной антибиотикотерапией или техническими особенностями забора материала.

Уровень антибиотикорезистентности на этапе специализированной помощи имел критические различия между локализациями. В ранах конечностей 49,97% всех выделенных штаммов были полностью резистентны к исследуемым антибиотикам. Наиболее резистентными оказались *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, проявлявшие полирезистентность ко всем исследуемым группам антибиотиков. В брюшной полости уровень полной резистентности был значительно ниже и составил лишь 11,76% штаммов. *Enterococcus faecalis* был резистентен ко всем исследованным антибиотикам, тогда как *Pseudomonas aeruginosa* сохранял чувствительность только к аминогликозидам.

Микробный пейзаж на этапе высокотехнологичной помощи

На этапе высокотехнологичной помощи (5 уровень медицинской эвакуации) на базе НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского обследованы раненые, находившиеся на лечении после многократных оперативных вмешательств. Контингент характеризовался крайней тяжестью состояния, обусловленной явлениями полиорганной недостаточности, перитонита и сепсиса на фоне длительной антибиотикотерапии (в среднем 14–21 сутки от момента ранения). Хирургическая тактика включала многократные релапаротомии, VAC-терапию, лапаростомию и открытое ведение ран. Принципиальным отличием от этапа специализированной помощи явилось полное отсутствие стерильных посевов (0%), что свидетельствовало о тотальной колонизации раневых поверхностей и полостей госпитальной микрофлорой.

В ранах конечностей (n = 689) структура микробного пейзажа претерпела выраженные изменения по сравнению со специализированным этапом. Ведущие позиции заняли *Klebsiella* spp. (16,5%), *Staphylococcus* spp. (16,4%), *Enterococcus* spp. (14,8%) и *Acinetobacter baumannii* (14,7%). Отмечено значительное снижение частоты выделения *Bacillus cereus* (до 4,4%), что указывало на элимина-

цию почвенной контаминации и переход инфекционного процесса в госпитальную фазу. Ключевой особенностью этапа явился выраженный рост микробных ассоциаций с 31,0% на этапе специализированной помощи до 63,7%, что служило объективным микробиологическим маркером хронизации раневого процесса. Монокультуры регистрировались лишь в 36,3% случаев. Доминирование грамотрицательной флоры сохранялось и даже усиливалось – до 60,5% всех выделенных микроорганизмов.

Микробный пейзаж брюшной полости (n = 42) на этапе высокотехнологичной помощи также претерпел значительные изменения. Абсолютным лидером стала *Klebsiella pneumoniae* (24,6%). *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* выделялись с одинаковой частотой (по 11,6%), *Enterococcus faecalis* – в 10,1% случаев, *Candida albicans* – в 8,7%, *Acinetobacter* spp. – в 4,3% случаев. Наиболее значимым феноменом, выявленным на данном этапе, явилось преобладание монокультур (57,1%) на фоне крайне тяжёлого состояния пациентов. Данный парадокс был интерпретирован как объективный маркер антибиотиковой селекции, а не санации. В условиях длительной массивной антибиотикотерапии происходила элиминация полимикробных ассоциаций и селекция наиболее устойчивых XDR-штаммов, которые доминировали в микробном пейзаже, формируя картину «ложного благополучия». Увеличение доли грибов в брюшной полости с 8,6% на этапе специализированной помощи до 11,5% на этапе высокотехнологичной помощи являлось прямым следствием длительной антибиотикотерапии, открытого ведения брюшной полости (лапаростомии) и энтеральной недостаточности.

Сравнительный анализ локализаций на этапе высокотехнологичной помощи выявил принципиальное различие в структуре микробных ассоциаций: в ранах конечностей преобладали ассоциации (63,7%), в брюшной полости – монокультуры (57,1%); сопоставимое доминирование грамотрицательной флоры в обеих локализациях (60,5% и 63,6% соответственно); значительное различие в частоте выделения грибов – в брюшной полости в 19 раз выше (11,5% против 0,6%), что являлось маркером тяжести абдоминальной патологии и длительности антибиотикотерапии; более высокую частоту выделения *Acinetobacter* в ранах конечностей (14,7%) по сравнению с брюшной полостью (4,3%), что сохраняло его значение как маркера хирургической проблемы.

Уровень антибиотикорезистентности на этапе высокотехнологичной помощи достиг критических значений. В ранах конечностей 49,9% всех выделенных штаммов характеризовались полной резистентностью к исследуемым антибиотикам. Чувствительность к карбапенемам составила менее 20%, что делало данную группу препаратов клинически неэффективной. Активность сохраняли только резервные препараты: Полимиксин B, Тигециклин, Линезолид, Тедозолид. В брюшной полости уровень полной резистентности был существенно ниже (11,8%), однако отмечалась тревожная тенденция к нарастанию резистентности у *Klebsiella pneumoniae*. В то же время *E. coli* сохраняла 100% чувствительность к карбапенемам, что указывало на различия в механизмах формирования резистентности у разных видов энтеробактерий в условиях одного стационара. Чувствительность к Полимиксину B достигала 92,6%.

Проведённое методом ПЦР исследование генетических детерминант резистентности подтвердило наличие XDR-штаммов в обеих локализациях. В ранах конечностей и брюшной полости выявлены гены, кодирующие продукцию карбапенемаз классов A (KPC), B (NDM, VIM, IMP) и D (OXA-48-подобные), а также гены бета-лактамаз расширенного спектра (*blaTEM*, *blaSHV*, *blaCTX-M*) и гены резистентности к гликопептидам (*vanA*, *vanB*). Наличие множественных детерминант резистентности в одном изоляте подтверждало высокий селективный прессинг антибиотиков в условиях длительной госпитализации и многократных оперативных вмешательств.

Уровень антибиотикорезистентности на этапе специализированной помощи имел критические различия между локализациями. В ранах конечностей 49,97% всех выделенных штаммов были полностью резистентны к исследуемым антибиотикам. Наиболее резистентными оказались *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, проявлявшие полирезистентность ко всем исследуемым группам антибиотиков.

В брюшной полости уровень полной резистентности был значительно ниже и составил лишь 11,76% штаммов. *Enterococcus faecalis* был резистентен ко всем исследованным антибиотикам, тогда как *Pseudomonas aeruginosa* сохранял чувствительность только к аминогликозидам.

Обсуждение

Проведённое исследование позволило выявить фундаментальные закономерности эволюции инфекционного процесса при боевой травме, которые выходят далеко за рамки традиционного понимания микробиологической динамики. Полученные данные убедительно демонстрируют, что изменение микробного пейзажа и нарастание антибиотикорезистентности – это не случайный биологический процесс, а прямое отражение хирургической тактики, её своевременности и радикальности на этапах медицинской эвакуации.

На этапе специализированной помощи ключевой находкой явилось выделение *Acinetobacter baumannii* в 20,0% посевов из ран конечностей. Данный факт не может рассматриваться как рутинная микробиологическая находка, требующая смены антибактериального препарата. Напротив, *Acinetobacter* в ране конечности является объективным хирургическим маркером неполноты первичной хирургической обработки, указывающим на наличие несанированной полости, секвестра или инородного тела. Тактическое решение в данной ситуации – не эскалация антибиотикотерапии, а активная ревизия раны с выполнением повторной хирургической обработки. Это

принципиальное положение меняет парадигму лечения: хирург должен оперировать, а не менять антибиотики.

На этапе высокотехнологичной помощи выявлен феномен, который на первый взгляд противоречит логике инфекционного процесса – преобладание монокультур (57,1%) в брюшной полости на фоне крайне тяжёлого состояния пациентов. Данный парадокс получил объяснение как результат длительного антибиотического прессинга, приводящего к селекции наиболее устойчивых XDR-штаммов (*Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecium*) и элиминации полимикробных ассоциаций. Монокультура в брюшной полости – это не маркер санации, а маркер селекции. Клиническая стратегия в этой ситуации диаметрально противоположна традиционному подходу: не смена антибиотика в 15-й раз, а активный поиск несанированного очага с выполнением релапаротомии и лапаростомии.

Отдельного внимания заслуживает динамика грибковой флоры. Увеличение доли грибов рода *Candida* в брюшной полости с 8,6% на этапе специализированной помощи до 11,5% на этапе высокотехнологичной помощи является прямым следствием длительной антибиотикотерапии, открытого ведения брюшной полости и энтеральной недостаточности. Пороговое значение 10% грибов в микробном пейзаже должно служить для хирурга сигналом к пересмотру тактики: энтеральная разгрузка и старт противогрибковой терапии. Игнорирование этого маркера приводит к прогрессированию кандидозной инфекции и развитию кандидозного сепсиса, летальность при котором достигает 40–60% [10].

Выявленный критический уровень резистентности в ранах конечностей (49,9% полностью резистентных штаммов) не может быть объяснён исключительно биологическими механизмами формирования устойчивости. Это прямая плата за запаздывание радикальной хирургической санации. В условиях, когда первичная хирургическая обработка выполняется не в полном объёме, а антибиотики назначаются эмпирически без учёта локального микробного пейзажа, создаются идеальные условия для селекции полирезистентных штаммов. Карбапенемы, сохранявшие до недавнего времени статус «антибиотиков резерва», в нашем исследовании демонстрировали чувствительность менее 20% в ранах конечностей, что делает их клинически бесполезными.

Примечательно, что в брюшной полости уровень резистентности был существенно ниже (11,8% полностью резистентных штаммов), а *E. Coli* сохраняла 100% чувствительность к карбапенемам. Это различие объясняется разными условиями формирования резистентности: в брюшной полости, где хирургическая санация более агрессивна (многократные релапаротомии, лапаростомия), селективный прессинг ниже, чем в ранах конечностей, где хронизация процесса и длительное открытое ведение создают идеальные условия для персистенции MDR-штаммов.

Анализируя полученные нами данные в контексте мирового опыта, нельзя не отметить их принципиальное сходство с результатами масштабной программы TIDOS, однако различия в масштабах и исходах столь значительны, что позволяют говорить о качественно новом феномене. В ходе конфликтов в Ираке и Афганистане (OIF/OEF) было установлено, что инфекционные осложнения развиваются у трети раненых уже на этапе первичной госпитализации, причём частота посттравматических инфекций составляет 25–30% [7; 8]. В структуре возбудителей доминировали *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae*, при этом развитие MDR-инфекций происходило в среднем на 7-е сутки после ранения [11]. Наши данные демонстрируют, что в условиях СВО этот процесс не просто ускорился, а приобрёл принципиально иной характер. Экстремально резистентные (XDR) штаммы, по нашим наблюдениям, начинают доминировать уже в первые дни после ранения, что подтверждается исследованиями Pallett и соавторов (2025), которые зафиксировали наличие XDR-инфекций уже в раннем посттравматическом периоде в Украине [4].

Ключевое отличие текущего конфликта – его масштабность (LSCO) и сопутствующие ему факторы: задержки эвакуации, колоссальная нагрузка на лечебные учреждения и, как следствие, вынужденное упрощение хирургической тактики на этапе специализированной помощи. Это привело к формированию уникального микробного пейзажа с беспрецедентным уровнем резистентности. По данным исследования Uren и соавторов (2025), в западных регионах Украины уже в 2023–2024 гг. регистрировались значительно более высокие показатели карбапенемрезистентности у *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P. aeruginosa* и *Acinetobacter* spp. по сравнению с соседними европейскими странами, что указывает на формирование устойчивых экосистем патогенов непосредственно в зоне конфликта [12]. Эти данные коррелируют с результатами работы Stepanskyi и соавторов (2024), показавшими, что глобально распространённые карбапенемазопродуцирующие линии бактерий приобретаются уже на ранних этапах медицинской эвакуации [13].

Более того, если в программе TIDOS частота MDR-инфекций среди всех инфекционных осложнений составляла около четверти случаев, то современные исследования в Украине свидетельствуют о доминировании полирезистентной флоры. Так, исследование, опубликованное в Communications Medicine (2025), показало, что частота MDR среди выделенных штаммов у раненых достигает 84,6%, причём среди грамотрицательных бактерий этот показатель значительно выше, чем среди грамположительных [14]. В работе Pallett и соавторов (2025) резистентность к амикацину составила 74%, к цефтазидим-авибактаму – 67,1%, что демонстрирует крайне ограниченный арсенал средств даже для таргетной терапии [4]. В структуре генов резистентности преобладают NDM и OXA-48-подобные карбапенемазы, причём

нередко выявляется их комбинация, что формирует фенотипы с множественной устойчивостью к препаратам разных классов [13].

Таким образом, если в конфликтах предыдущих десятилетий проблема заключалась в самом факте развития инфекции, то в условиях современной крупномасштабной войны мы столкнулись с проблемой тотальной резистентности, где даже своевременное начало антибактериальной терапии зачастую оказывается неэффективным. Инфекции, вызванные MDR-микроорганизмами, становятся главной причиной длительного лечения, повторных септических эпизодов и ампутаций у пациентов с комплексными травмами конечностей [9]. Результаты нашего исследования подтверждают эти данные и подчеркивают критическую необходимость пересмотра стратегий антимикробной терапии и хирургической тактики в условиях LSCO, где традиционные подходы, основанные на опыте предыдущих войн, оказываются несостоятельными перед лицом новой угрозы – панрезистентной госпитальной микрофлоры [15].

Заключение

Проведённое исследование, основанное на анализе 809 бактериологических посевов от раненых с боевой травмой на различных этапах медицинской эвакуации, позволило сформулировать следующие основные выводы.

Эволюция инфекционного процесса не является автономным биологическим феноменом. Динамика микробного пейзажа и нарастание антибиотикорезистентности представляют собой прямую проекцию качества и своевременности хирургической помощи. На этапе специализированной помощи мы имеем дело с последствиями неполноты первичной хирургической обработки (маркер – *Acinetobacter baumannii*), почвенной контаминации (маркер – *Bacillus cereus*) и дефицита времени в условиях хирургии контроля повреждений. На этапе высокотехнологичной помощи наследием этих проблем становятся хронизация процесса, селекция внутрибольничных XDR-штаммов и развитие полиорганной недостаточности. Таким образом, эволюция инфекции – это эволюция накопления хирургических ошибок и запаздываний, а не эволюция микробов.

Микробный пейзаж меняется кардинально в зависимости от этапа медицинской эвакуации. На этапе специализированной помощи в ранах конечностей доминирует почвенная флора (*Bacillus cereus* – 20,0%) наряду с *Escherichia coli* (23,3%) и *Acinetobacter baumannii* (20,0%). В брюшной полости преобладает грамположительная флора (53,0%) с появлением анаэробов (*Clostridium perfringens* – 2,8%). На этапе высокотехнологичной помощи почвенная флора практически исчезает (*Bacillus cereus* снижается до 4,4%), уступая место госпитальной MDR/XDR микрофлоре. Стерильные посевы, составлявшие 34,1% на этапе специализированной помощи, полностью исчезают (0%) на этапе высокотехнологичной помощи, что свидетельствует о тотальной колонизации.

На каждом этапе существуют специфические микробиологические маркеры хирургических проблем. На этапе специализированной помощи ключевая угроза – нерадикальная первичная хирургическая обработка, объективным маркером которой служит выделение *Acinetobacter baumannii* (особенно в концентрации >10%). Действие хирурга в данной ситуации – не смена антибиотика, а активный поиск необработанной полости, секвестра или инородного тела с выполнением повторной обработки. На этапе высокотехнологичной помощи ключевая угроза – внутрибольничная селекция и персистенция XDR-штаммов, маркером которых является монокультура в брюшной полости (57,1%) на фоне тяжёлого состояния пациента. Клиническая стратегия – не эскалация антибиотикотерапии, а ревизия с выполнением релапаротомии и лапаростомии. Доля грибов >10% служит сигналом к пересмотру тактики с обязательным проведением энтеральной разгрузки и стартом противогрибковой терапии.

Антибиотикорезистентность является прямым следствием запаздывания хирургической санации. Критический уровень резистентности в ранах конечностей (49,9% полностью резистентных штаммов) при чувствительности к карбапенемам менее 20% делает антибактериальную терапию зачастую бесперспективной. Резистентность – это не биологическая неизбежность, а плата за запаздывание радикальной хирургической санации.

Микробиологический мониторинг должен служить навигатором для повторной операции, а не поводом для эскалации антибиотикотерапии. Полученные данные убедительно демонстрируют, что традиционный подход, при котором каждое микробиологическое заключение воспринимается как сигнал к смене антибиотика, ведёт к прогрессирующей селекции резистентных штаммов и увеличению летальности. Хирург должен оперировать, а не менять антибиотики. Микробиология – это инструмент для выявления хирургических проблем и контроля эффективности их устранения, а не самостоятельный терапевтический ориентир.

Практические рекомендации

На основании проведённого исследования сформулированы практические алгоритмы, интегрирующие микробиологический мониторинг в хирургическую тактику.

При обнаружении *Acinetobacter baumannii* в ране конечностей (особенно в концентрации >10%) показано выполнение ревизии и повторной хирургической обработки, а не смена антибиотика. Данный микроорганизм является объективным маркером неполноты первичной хирургической обработки и наличия несанированной полости, секвестра или инородного тела.

При выделении монокультуры XDR-штамма (*Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecium*) в брюшной полости следует рассматривать вопрос о релапаротомии и лапаростомии для удаления несанированного очага.

Монокультура в брюшной полости – это маркер антибиотиковой селекции, а не санации.

При достижении доли грибов рода *Candida* >10% в микробном пейзаже необходимо начать системную противогрибковую терапию (эхинокандины или флуконазол в зависимости от тяжести состояния и предшествующего применения азолов) и обеспечить энтеральную разгрузку с восстановлением барьерной функции кишечника.

Рекомендуется проводить локальный микробиологический мониторинг с периодичностью не реже 1 раза в квартал для своевременной коррекции схем эмпирической антибактериальной терапии. Необходимо внедрить в клиническую практику мультидисциплинарный подход с участием хирургов, клинических фармакологов и микробиологов для принятия тактических решений в каждом сложном случае.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Salmanov AG, Shchehlov DV, Mamonova M, et al. Healthcare associated infections in patients with combat wounds and antimicrobial resistance of the responsible pathogens in Ukraine: results of a multicenter study (2022–2024). Wiadomości Lekarskie. 2025; 78(8): 1624-1634. doi: 10.36740/WLek/209517.
2. Ljungquist O, Özenci V, Kahlmeter G, et al. Highly multidrug-resistant Gram-negative bacterial infections in war victims in Ukraine, 2022. The Lancet Infectious Diseases. 2023; 23(7): 784-786. doi: 10.1016/S1473-3099(23)00291-8.
3. Pallett SJC, Trompeter A, Basarab M, et al. Multidrug-resistant infections in war victims in Ukraine. The Lancet Infectious Diseases. 2023; 23(8): e270-e271. doi: 10.1016/S1473-3099(23)00391-2.
4. Pallett SJC, Morkowska A, Woolley SD, et al. Evolving antimicrobial resistance of extensively drug-resistant Gram-negative severe infections associated with conflict wounds in Ukraine: an observational study. Lancet Regional Health – Europe. 2025; 52: 101274. doi: 10.1016/j.lanepe.2025.101274.
5. Holubnycha VM, Kholodylo OV. War impact on antimicrobial resistance and bacteriological profile of wound infections in Ukraine. Communications Medicine. 2025; 5: 394. doi: 10.1038/s43856-025-01056-6.
6. Beley NA, Loskutov OA, Strokan AM, Izmaylova OB. Retrospective analysis of the microbiological landscape of bacteremia after blast injury: experience of the 2022–2024 Russian-Ukrainian war. Emergency Medicine. 2024; 20(8): 774-780. doi: 10.22141/2224-0586.20.8.2024.1768.
7. Tribble DR, Murray CK, Lloyd BA, et al. After the Battlefield: Infectious Complications among Wounded Warriors in the Trauma Infectious Disease Outcomes Study. Military Medicine. 2019; 184(S2): 18-25. doi: 10.1093/milmed/usz027.
8. Tribble DR, Li P, Warkentien TE, et al. Impact of operational theater on combat and noncombat trauma-related infections. Military Medicine. 2016; 181(10): 1258-1268. doi: 10.7205/MILMED-D-15-00368.
9. Mende K, Akers KS, Tyner SD, et al. Multidrug-Resistant and Virulent Organisms Trauma Infections: Trauma Infectious Disease Outcomes Study Initiative. Military Medicine. 2022; 187(S2): 42-51. doi: 10.1093/milmed/usab131.
10. Rodero RMM, Yuste BV, Martínez ÁRM, et al. Characterization of wound infections among patients injured during the Ruso-Ukrainian war in a Role 4 hospital. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (English Edition). 2024; 42(9): 501-506. doi: 10.1016/j.eimce.2024.06.002.
11. Weintrob AC, Murray CK, Xu J, et al. Early Infections Complicating the Care of Combat Casualties from Iraq and Afghanistan. Surgical Infections. 2018; 19(3): 286-297. doi: 10.1089/sur.2017.240.
12. Uren HD, et al. Conflict zone medical evacuations catalyzing antimicrobial resistance spread and threatening regional health: A retrospective comparative observational study. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2025; 99(3S Suppl 1): S45-S54. doi: 10.1097/TA.0000000000004729.
13. Stepanskyi D, et al. Phenotypic and genomic analysis of bacteria from war wounds in Dnipro, Ukraine. JAC-Antimicrobial Resistance. 2024; 6(3). doi: 10.1093/jacamr/dlae089.
14. Schreiber S, Schechtman D, Bader-El-Den M, et al. War injuries and antimicrobial resistance: what impact do multi-drug resistant pathogens have on surgical outcomes in Ukrainian patients. European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2026. doi: 10.1007/s00068-026-03116-5.
15. Медведева В.В. и др. Организация внутреннего контроля эпидемиологической безопасности военно-медицинского учреждения // Госпитальная медицина: наука и практика. – 2025. – Т.8/ – №6. – С.71-74. [Medvedeva VV, et al. Organizaciya vnutrennego kontrolya epidemiologicheskoj bezopasnosti voenno-medicinskogo uchrezhdeniya. Gospital'naya medicina: nauka i praktika. 2025; 8(6): 71-74. (In Russ.)] doi: 10.34852/GM3CVKG.2025.46.86.060.