

Анализ раневых инфекций при боевой травме в США (обзор литературы)

И. В. Борисов^{1, 2}, В. А. Митиш^{1, 2}, Ю. С. Пасхалова^{1, 2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России
Россия, 117997, Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» Минобрнауки России
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8

Контактное лицо: Игорь Викторович Борисов, boris-62@list.ru

В статье описаны проблемы, с которыми столкнулись военные медики при оказании медицинской помощи военнослужащим, участвовавшим в вооруженных конфликтах на территории Ирака и Афганистана. Представлены результаты и достижения многоцентрового исследования инфекционных последствий травм TIDOS (The Trauma Infectious Diseases Outcomes Study) Министерства обороны США (DoD) и Министерства по делам ветеранов (VA) в рамках Программы клинических исследований инфекционных заболеваний USU (IDCRP). Также обсуждаются возможные направления будущих исследований и их актуальность.

Ключевые слова: боевые травмы, раны, раневая инфекция, гнойная рана, гнойно-некротический очаг, хирургическая инфекция, диагностика, дифференциальная диагностика, хирургическое лечение, местное лечение.

Для цитирования: 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. Костюченка. 2024; 11 (2): 6–12.

cc by 4.0

DOI: 10.25199/2408-9613-2024-11-2-6-12

Analysis of wound infections in combat injuries in US (a literature review)

I. V. Borisov^{1, 2}, V. A. Mitish^{1, 2}, Yu. S. Paskhalova^{1, 2}

¹ A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery
27 Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, 117997, Russia

² Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia
8 Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia

The article describes problems faced by military doctors in providing medical care to military personnel who had participated in armed conflicts in Iraq and Afghanistan. The authors also discuss results and achievements of multicenter study on consequences of infected wounds TIDOS (The Trauma Infectious Diseases Outcomes Study) of the U.S. Department of Defense (DoD) and the Department of Veterans Affairs (VA) within the program of clinical researches on infectious diseases (USU Infectious Diseases Clinical Research Program – IDCRP). Possible directions for further researches and their importance are also discussed.

Keywords: combat injuries, wounds, wound infection, purulent wound, purulent necrotic focus, surgical infection, diagnosis, differential diagnosis, surgical treatment, local treatment.

For citation: 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.

Введение

Благодаря достижениям в оказании помощи пострадавшим в боевых действиях, совершенствованию средств индивидуальной и коллективной защиты значительно уменьшилась смертность от огнестрельных ран на поле боя и повысилась выживаемость раненых. Общий уровень смертности военнослужащих во время конфликтов в Ираке и Афганистане снизился до 8,8 % по сравнению со Второй мировой войной и Вьетнамской войной – 22,8 и 16,5 % соответственно [1].

Тем не менее улучшение выживаемости раненых привело к росту инфекционных осложнений и создало новые проблемы для лечащих врачей. Доля инфекционных осложнений в войнах в Ираке и Афганистане с момента ранения до первоначальной госпитализации в США составила 34,0 %, причем половина из них была инфекциями кожи, мягких тканей и костей [2].

Во время этих конфликтов наиболее распространенными инфекционными осложнениями, связанными с боевой травмой, были инфекции кожи и мягких

тканей (41,0 %), пневмония (13,0 %), трансмиссивные инфекции (13,0 %), остеомиелит (6,0 %) и сепсис (4,0 %) [3].

В современных войнах от 60,0 до 75,0 % ранений приходится на конечности, причем подавляющее число из них составляют высокоэнергетические повреждения с массивным разрушением тканей и большой кровопотерей, приводящие к высокой частоте раневых осложнений. Тяжелые травмы конечностей, такие как травматические ампутации и открытые переломы, характеризуются высоким риском развития ранних инфекционных осложнений и нередкой хронизацией течения раневого процесса в отдаленном периоде. Длительное специализированное лечение и реабилитация сопряжены с трудностями социализации раненых военнослужащих и значительными финансовыми затратами со стороны государства [1, 4, 5].

Поскольку раневые инфекции связаны со значительной заболеваемостью и могут сопровождать раненых еще долгое время после первичной госпитализации, профилактика и лечение этих крайне тяжелых осложнений становятся одним из главных приоритетов для системы военного здравоохранения США.

Понимание этих проблем обусловило необходимость проведения многоцентрового исследования результатов инфекционных последствий травм TIDOS (The Trauma Infectious Diseases Outcomes Study) Министерства обороны США (DoD) и Министерства по делам ветеранов (VA) в рамках Программы клинических исследований инфекционных заболеваний USU (IDCRP) [6], созданной в 2005 г. в Университете медицинских наук Вооруженных сил США.

Основными направлениями деятельности IDCRP является проведение совместных клинических исследований заболеваний инфекционной природы, которые актуальны для вооруженных сил, и распространение их результатов среди научного сообщества с целью существенного снижения степени воздействия этих инфекционных процессов на военнослужащих.

Программа также занимается подготовкой следующего поколения клинических исследователей в области инфекционных болезней и смежных дисциплин общественного здравоохранения в Вооруженных силах. Благодаря участию в IDCRP стипендиаты, ординаторы и магистры продолжают образование и приобретают ценные навыки, связанные с клиническими исследованиями.

Проект TIDOS — это многоцентровое наблюдательное исследование данных о частоте и структуре инфекционных осложнений у военнослужащих, получивших ранения в конфликте в Ираке и Афганистане, в ближайшем и отдаленном периодах после травмы в целях улучшения исходов лечения.

Проект TIDOS включает четыре направления:

- 1) эпидемиология, диагностика и лечение раневой инфекции, связанной с боевой травмой;
- 2) взаимодействие Министерства обороны США (DoD) и Министерства по делам ветеранов (VA);
- 3) изучение инфекций с множественной лекарственной устойчивостью (МЛУ) и других вирулентных микроорганизмов, связанных с боевой травмой;
- 4) совершенствование клинических рекомендаций по профилактике инфекций при боевых травмах, руководств по клинической практике при травмах суставов (JTS CPG) и рекомендаций по применению антибиотиков [7].

Все раненые, эвакуированные в региональный медицинский центр Ландштуля (LRMC; Германия), перед переводом в участвующий в программе TIDOS военный госпиталь США в период с 1 июня 2009 г. по 31 декабря 2014 г. дали согласие на включение в исследование.

Для сбора данных, ассоциированных с инфекцией, на нескольких уровнях оказания медицинской помощи в дополнение к Реестру травм Министерства обороны США был разработан модуль идентификации DoDTR. Информация, собираемая с помощью модуля, включала диагнозы, вид используемых противомикробных препаратов, результаты микробиологических исследований и исходы, связанные с конкретными инфекционными синдромами (например, инфекцией кожи и мягких тканей, системой кровообращения, центральной нервной системой, сепсисом, остеомиелитом и др.).

Лабораторные образцы от пациентов с травмами также собирались в хранилище микробиологических изолятов.

Отдаленные результаты участников исследования TIDOS были собраны после выписки из госпиталя в ходе телефонных интервью с заранее определенными интервалами и из электронных медицинских данных Реестра травм Министерства обороны США.

В ходе первой госпитализации пациентам была предоставлена возможность дать согласие на дальнейшее постоянное наблюдение и зарегистрироваться в проспективном когортном исследовании отдаленных результатов лечения TIDOS, проводимом совместно с Департаментом по делам ветеранов (VA).

Таким образом, сотрудничество между двумя разными правительственными учреждениями системы здравоохранения — Департаментом по делам ветеранов (VA) и Министерством обороны США — имело важное значение для сбора данных, необходимых для всестороннего анализа ближайших и отдаленных результатов лечения с целью улучшения состояния здоровья военнослужащих и ветеранов [6].

В статье описаны проблемы, с которыми столкнулись военные медики при оказании медицинской

помощи военнослужащим, участвовавшим в вооруженных конфликтах на территории Ирака и Афганистана. Также представлены результаты и достижения исследования TIDOS инфекций, связанных с военной травмой.

Результаты и достижения исследования инфекций, связанных с боевой травмой

Инфекции, связанные с ранами конечностей

6-летнее исследование факторов риска развития остеомиелита при открытых переломах большеберцовой, бедренной костей и костей верхних конечностей показало, что пациенты с тяжелой взрывной травмой, сопровождающейся обширным повреждением мышц, с переломами (GA $\geq$ IIb) и травматическими ампутациями имеют самый высокий риск развития остеомиелита.

Отмечено уменьшение гнойных осложнений при внедрении терапии ран отрицательным давлением по сравнению с применением орошения под высоким давлением с использованием кристаллоидов.

Отсроченная окончательная внутренняя фиксация также является фактором снижения гнойных осложнений. При открытых переломах верхних конечностей первоначальная стабилизация после эвакуации из зоны боевых действий способствовала снижению вероятности развития остеомиелита в последующем.

Фактором риска считается также наличие инородного тела в месте перелома (с ортопедическим имплантатом или без него), в том числе и гранул антибиотика. Повышенный риск развития инфекции при местном использовании антибиотика, вероятно, связан с попытками заменить его полноценной хирургической обработкой, что приводит к сохранению критического «загрязнения» при сложной конфигурации ран [7–10].

У пострадавших с травматическими ампутациями как наиболее тяжелой травмой конечностей была выявлена самая высокая доля развития раневой инфекции (47,0 %) по сравнению с долей раневой инфекции при открытых переломах (14,0 %) и ранах мягких тканей (3,0 %) соответственно [11].

При оценке схем применения антибиотиков в период, предшествующий дате постановки диагноза раневой инфекции, были выявлены существенные различия в схемах назначения антибиотиков при острых и хронических инфекциях, что потребовало разработки клинических рекомендаций по ведению пострадавших в боевых действиях, выходящих за рамки профилактики инфекций и включающих стратегии по сокращению использования нецелесообразных антибиотиков и улучшению эффективности их применения [12].

Широкое использование антибактериальных препаратов, воздействующих на грамотрицательные микроорганизмы (фторхинолоны, аминогликозиды) при открытых переломах, не привело к уменьшению случаев развития остеомиелита по сравнению с использованием цефазолина или клиндамицина, но увеличило риски, связанные с развитием полирезистентности к антибактериальным препаратам [13].

Приверженность рекомендациям по профилактике инфекций при боевой травме увеличилась за следующие 5 лет после их внедрения, особенно той их части, которая обосновывает уменьшение применения антибактериальных препаратов, воздействующих на грамотрицательные микроорганизмы при открытых переломах [14].

Инвазивные грибковые раневые инфекции

Инвазивные грибковые раневые инфекции (ИГИ) протекают очень тяжело и приводят к увеличению продолжительности госпитализации и смерти раненых. Во время военных операций в Афганистане наблюдался всплеск раневых ИГИ. За период с 2009 по 2011 г. у 6,8 % пострадавших, госпитализированных в Региональный медицинский центр Ландштуля (Германия) и переведенных в военный госпиталь в США, были диагностированы ИГИ. При этом ИГИ, связанные с боевыми действиями, характеризовались высокой смертностью — 7,8 % [15].

В ходе исследований было выявлено, что развитие ИГИ отрицательно влияет на выздоровление пациентов, приводя к более высокой частоте ранних раневых осложнений.

Особую клиническую озабоченность вызвало подтверждение неблагоприятного влияния патогенных ангиоинвазивных плесневых грибов отряда *Mucorales* на заживление ран — более длительное время до закрытия раны по сравнению с таковым при влиянии грибов других отрядов [15].

При раневых ИГИ требуется больше хирургических обработок и/или высоких ампутаций, например экзартикуляции бедра или гемипельвэктомии. Длительная госпитализация с пребыванием в реанимации у пациентов с ослабленным иммунитетом приводит к необходимости назначения дорогостоящего лечения, не говоря уже о стоимости противогрибковых лекарственных препаратов, что еще сильнее увеличивает бремя ИГИ [16–18].

Специфичность выявления друз грибов панфунгальной полимеразной цепной реакцией (ПЦР) интраоперационных биоптатов составила 99,0 % при чувствительности только 63,0 %. Чувствительность была выше в образцах крови при подтвержденной фунгемии [19].

Результаты исследования вспышки раневых ИГИ под эгидой TIDOS позволили разработать и

усовершенствовать практическое клиническое руководство по ранней диагностике, хирургическому и медикаментозному лечению инвазивных грибковых раневых инфекций при боевой травме, что обеспечило основу для поддержки принятия клинических решений и уменьшения различий в реальной клинической практике [20].

Микробиология боевых ран

Во время войн в Ираке и Афганистане возросла частота выделения микроорганизмов с МЛУ и микробных ассоциаций, являющихся основными причинами летальности и раневых осложнений.

Для проведения комплексных микробиологических исследований, направленных на лучшее понимание сложной этиологии раневых инфекций, была создана группа TIDOS по МЛУ и вирулентным микроорганизмам, выявляемым в инфицированных ранах (MDR/VO Initiative).

Микробиология ран с акцентом на оценку угрозы наличия вирулентных микроорганизмов с МЛУ в сочетании с подходами к клиническому ведению была основным направлением этого анализа.

Изучали антагонизм и формирование биопленки 6 высоковирулентных и устойчивых к антибиотикам бактериальных патогенов ESKAPE — *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Enterobacter* spp.), а также их чувствительность к противомикробным препаратам и клинические исходы инфицирования данными штаммами.

Микробиологические изоляты, собранные при поступлении и лечении, в рамках политики инфекционного контроля и клинических исследований по выявлению раневых инфекций сохраняли в микробиологическом хранилище TIDOS, а соответствующие клинические данные — в базе данных TIDOS.

В качестве компонента проекта TIDOS проводился сбор микробиологических изолятов в режиме реального времени как в ходе эпиднадзора за инфекционным контролем, так и для клинических исследований инфекций, что обеспечило создание уникального хранилища изолятов военного времени. Собрано > 8300 изолятов из ран и отправлено в микробиологическое хранилище TIDOS [21].

В результате проведенного анализа определили, например, что применение у пациентов с ранами цефазолина до хирургической обработки и, следовательно, забора первичного микробиологического материала связано с риском колонизации ран грамотрицательной флорой с МЛУ [22].

Применение доксициклина для противомалерийной профилактики не привело к росту выделения золотистого стафилококка, резистентного к тетрациклину [23].

Также было выявлено, что у 27,0 % пациентов с раневой инфекцией выделены грамотрицательные микроорганизмы с МЛУ, а 58,0 % этих пациентов колонизированы грамотрицательными палочками с МЛУ еще до травмы (например, миндалины, придаточные пазухи носа) [24].

Энтерококковые инфекции были в основном полимикробными. При этом частыми колонизирующими микроорганизмами при полимикробных раневых инфекциях с участием *Enterococcus* были другие патогены ESKAPE (64,0 %) — *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* и *Escherichia coli*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Enterobacter* spp., энтерококки и грибы (35,0 %) [25].

В инфицированных ранах конечностей преобладали грамотрицательные бактерии: в 57,0 % они были мономикробными и в 86,0 % — полимикробными [26].

Оценка отдаленных результатов по программе TIDOS

У пациентов с ранами и раневой инфекцией случаи регистрации рецидивов гнойных осложнений продолжают еще в течение длительного времени с момента первоначальной госпитализации. В целом у 38,0 % пациентов, включенных в исследование, после выписки из госпиталя развилась инфекция, связанная с первичной травмой, при этом у 29,0 % пациентов она возникла уже после увольнения с военной службы [27].

У 28,0 % пациентов с остеомиелитом большеберцовой кости отмечены рецидивы, биоптаты, взятые у них, были обычно полимикробными. Однофакторный анализ показал, что у пациентов, перенесших травмы, сопровождающиеся деваскуляризацией и дефектом кости или требующие лечения антибиотиками в течение 22–56 сут, с высокой долей вероятности разовьется рецидив остеомиелита [28].

У 21,0 % раненых, поступивших с травмой мочеполовой системы, развилась инфекция мочевыводящих путей (75,0 % случаев инфекций мочевыводящих путей были диагностированы в ходе стационарного этапа лечения) [29].

Результаты исследований TIDOS помогли в 2021 г. пересмотреть клинические рекомендации по профилактике инфекций при боевых травмах, изложенные в Руководстве по клинической практике в травматологии суставов (JTS CPG). В руководстве представлены краткий обзор проблем, простые и клинически оправданные стратегии, направленные на снижение риска возможного заражения и распространения жизнеугрожающих инфекций, встречающихся при боевой травме. Руководство представляет простой пошаговый подход к управлению различными сложными сценариями, чтобы помочь контролировать распространение инфекции на всех уровнях оказания медицинской помощи [30].

Транексамовая кислота (ТХА) снижает смертность от тяжелого кровотечения. Хотя в ходе многофакторного анализа получены данные, свидетельствующие, что ТХА обладает противовоспалительными свойствами. Обследование пациентов, принимавших препараты крови с/без ТХА, не выявило существенной связи с развитием инфекции. Высокий процент развития инфекционных процессов среди реципиентов, получавших ТХА, вероятно, объясняется большей тяжестью травмы у них [31].

Хотя травмы, полученные военнослужащими во время боевых действий (например, минно-взрывные ранения), как правило, более серьезны, чем полученные в гражданских условиях, у 15,0 % военнослужащих с небоевыми травмами развивалась по крайней мере одна инфекция, причем пневмония и синдром стрептококкового токсического шока (STSS) составляли наибольшую долю из них [3].

Боевые травмы брюшной полости исторически требуют хирургического лечения в 13,0 % случаев. У 14,0 % пациентов, перенесших диагностическую лапаротомию в связи с боевой травмой, развилась инфекция в месте операции на брюшной полости [32].

У 13,0 % пациентов, получавших ванкомицин в сочетании с пиперациллином-тазобактамом, развилось острое повреждение почек. Однако тяжесть поражения почек была низкой, а его продолжительность – короткой [33].

Направления будущих исследований по борьбе с инфекциями, связанными с боевой травмой

Ниже представлены предметы будущих исследований, связанных с инфекциями после боевой травмы, в рамках программы IDCRP [34].

К направлениям будущих исследований можно отнести:

- ✓ оценку отдаленных последствий боевых ранений: диагностика и регистрация случаев (не ограничиваясь только инфекциями), использование медицинских услуг, затраты;
- ✓ анализ рисков развития инфекции и исходов лечения после хирургической/медицинской помощи, совершенствование систем классификации травм/ран и микробиологических исследований;
- ✓ изучение относительного влияния конкретного хирургического пособия или антимикробной терапии на результаты лечения;
- ✓ изучение длительности лечения в военно-полевых условиях и влияния его на ранние сроки инфицирования, особенно на инфекции с серьезными последствиями, такие как грибковые инвазивные раневые инфекции и сепсис (длительный полевой уход – это специализированная медицинская помощь, оказываемая лицам, получившим травмы или заболевания в ситуациях, когда своевременная эвакуация

в медицинское учреждение (или следующий уровень оказания медицинской помощи) задерживается, является сложной или невозможной задачей);

- ✓ модернизация инструментов поддержки принятия клинических решений для сортировки и диагностики с учетом стратификации рисков и вероятности развития инфекций с тяжелыми последствиями, что помогает определить приоритеты медицинской эвакуации, реанимационной помощи и ухода на этапах эвакуации.

В будущем представляется необходимым:

- ✓ создание в Реестре травм Министерства обороны США (DoDTR) модуля инфекционных заболеваний (ID) нового поколения;
- ✓ прямое подключение к существующим электронным базам данных военной системы здравоохранения для уменьшения степени абстрагированности и повышения доступности и своевременности получения важнейших данных в полевых условиях;
- ✓ усовершенствование модуля идентификации для поддержки микробиологического эпиднадзора за инфекциями/ранами, связанными с боевыми действиями, практически в режиме реального времени для осуществления ускоренного сбора данных о возникающих угрозах для быстрого реагирования на них.

Хорошо спланированные рандомизированные контролируемые исследования являются лучшими доказательствами в поддержку профилактики и лечения раневой инфекции. Оптимально такие исследования начинать в периоды между войнами с изучения военных травм, наиболее сопоставимых с травмами гражданского населения.

Имеющиеся в наличии протоколы действий на случай будущих конфликтов можно было бы использовать для проведения интервенционных испытаний во время войны с приоритетными исследовательскими вопросами, устраняющими существующие пробелы.

Поддержка разработки и внедрения биомаркеров для целей прогностического, диагностического и терапевтического мониторинга с помощью системы хранения биоматериалов военного времени с сопроводительными нормативными руководствами является приоритетным направлением исследований.

Важно также обратить внимание на разработку совместных подходов к наблюдению за раневыми инфекциями во время войны в сотрудничестве с партнерами из стран-союзников.

Заключение

Для улучшения оказания медицинской помощи в будущих конфликтах существует постоянная потребность в платформах долгосрочных исследований, таких, например, как TIDOS, для поддержки

исследований по раневой инфекции после боевой травмы и уточнения рекомендаций по клинической практике, которые сокращают время, необходимое для начала сбора и анализа данных. Благодаря тщательному наблюдению и систематическому сбору и анализу данных военная медицина будет постоянно совершенствоваться.

На наш взгляд, приведенный обзор данных литературы из открытых источников наглядно

демонстрирует как общность проблем, с которыми сталкиваются военные медики и ученые стран с развитой системой здравоохранения и организации медицинской помощи, так и выводы, к которым приходим и мы в нашей многолетней работе по анализу последствий вооруженных конфликтов. Кроме того, обнажаются те ключевые моменты, в которых необходимо расти и развиваться не только нашим коллегам, но и нам.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки

Funding. The study had no sponsorship.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Eastridge B. J., Jenkins D., Flaherty S., et al. Trauma system development in a theater of war: experiences from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom. *J Trauma*. 2006; 61 (6):1366–1372, discussion 72–73.
2. Weintrob A. C., Murray C. K., Xu J., et al. Early Infections Complicating the Care of Combat Casualties from Iraq and Afghanistan. *Surg Infect (Larchmt)*. 2018; 19 (3): 286–297.
3. Tribble D. R., Li P., Warkentien T. E., et al. Impact of operational theater on combat and noncombat trauma-related infections. *Mil Med*. 2016; 181 (10): 1258–1268.
4. Nessen S. C., Gurney J., Rasmussen T. E., et al. Unrealized potential of the US military battlefield trauma system: DOW rate is higher in Iraq and Afghanistan than in Vietnam, but CFR and KIA rate are lower. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018; 85 (1S): S4–S12.
5. Petfield J. L., Lewandowski L. R., Stewart L., et al. IDCRP Combat-Related Extremity Wound Infection Research. *Mil Med*. 2022; 187 (Suppl 2): 25–33.
6. McDonald J., Liang S. Y., Li P., et al. DoD-VA trauma infection research collaboration. *Mil Med*. 2022; 187 (Suppl 2): 17–24.
7. 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 (Suppl 2): 18–25.
8. Lewandowski L. R., Potter B. K., Murray C. K., et al. Osteomyelitis risk factors related to combat trauma open femur fractures: a case-control analysis. *J Orthop Trauma*. 2019; 33 (4): e110–e119.
9. Tribble D. R., Lewandowski L. R., Potter B. K., et al. Osteomyelitis risk factors related to combat trauma open tibia fractures: a case-control analysis. *J Orthop Trauma*. 2018; 32 (9): e344–e353.
10. Warkentien T. E., Lewandowski L. R., Potter B. K., et al. Osteomyelitis risk factors related to combat trauma open upper extremity fractures: a case-control analysis. *J Orthop Trauma*. 2019; 33 (12): e475–e483.
11. Stewart L., Shaikh F., Bradley W., et al. Combat-related extremity wounds: injury factors predicting early onset infections. *Mil Med*. 2019; 184 (Suppl 1): 83–91.
12. Stewart L., Li P., Blyth D. M., et al. Antibiotic practice patterns for extremity wound infections among blast-injured subjects. *Mil Med*. 2020; 185 (Suppl 1): 628–636.
13. Lloyd B. A., Murray C. K., Shaikh F., et al. Early infectious outcomes after addition of fluoroquinolone or aminoglycoside to posttrauma antibiotic prophylaxis in combat-related open fracture injuries. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017; 83 (5): 854–861.
14. Lloyd B. A., Murray C. K., Bradley W., et al. Variation in postinjury antibiotic prophylaxis patterns over five years in a combat zone. *Mil Med*. 2017; 182 (S1): 346–352.
15. Warkentien T. E., Shaikh F., Weintrob A. C., et al. Impact of Mucorales and Other Invasive Molds on Clinical Outcomes of Polymicrobial Traumatic Wound Infections. *J Clin Microbiol*. 2015; 53 (7): 2262–2270.
16. Weintrob A. C., Weisbrod A. B., Dunne J. R., et al. Combat trauma associated invasive fungal wound infections: Epidemiology and clinical classification. *Epidemiol Infect*. 2015; 143 (1): 214–224.
17. Lundy J. B., Driscoll I. R. Experience with proctectomy to manage combat casualties sustaining catastrophic perineal blast injury complicated by invasive mucor soft-tissue infections. *Mil Med*. 2014; 179 (3): e347–e350.
18. Lewandowski L. R., Weintrob A. C., Tribble D. R., et al. Early complications and outcomes in combat injury related invasive fungal wound infections: a case-control analysis. *J Orthop Trauma*. 2016; 30 (3): e93–e99.
19. Ganesan A., Wells J., Shaikh F., et al. Molecular detection of filamentous fungi in formalin-fixed paraffin-embedded specimens in invasive fungal wound infections is feasible with high specificity. *J Clin Microbiol*. 2020; 58 (1): e01259-19.
20. Rodriguez C. J., Ganesan A., Shaikh F., et al. Combat-related invasive fungal wound infections. *Mil Med*. 2022; 187 (Suppl 2): 34–41.
21. Mende K., Akers K. S., Tyner S., et al. Multidrug-Resistant and Virulent Organisms (MDR/VO) trauma infections: TIDOS initiative. *Mil Med*. 2022; 187 (Suppl 2): 42–51.
22. Gilbert L. J., Li P., Murray C. K., et al. Multidrug-resistant gram-negative bacilli colonization risk factors among trauma patients. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2016; 84 (4): 358–360.
23. Mende K., Beckius M. L., Zera W. C., et al. Lack of doxycycline antimalarial prophylaxis impact on *Staphylococcus aureus* tetracycline resistance. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2016; 86 (2): 211–220.
24. Campbell W. R., Li P., Whitman T. J., et al. Multi-drug-resistant gram negative infections in deployment-related trauma patients. *Surg Infect*. 2017; 18 (3): 357–367.

25. Heitkamp R. A., Li P., Mende K., et al. Association of Enterococcus spp. with severe combat extremity injury, intensive care, and polymicrobial wound infection. *Surg Infect.* 2018; 19 (1): 95–103.
26. Mende K., Stewart L., Shaikh F. Microbiology of combat-related extremity wounds: Trauma Infectious Disease Outcomes Study. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2019; 94 (2): 173–179.
27. McDonald J. R., Liang S. Y., Li P., et al. Infectious complications after deployment trauma: following wounded United States military personnel into Veterans Affairs care. *Clin Infect Dis.* 2018; 67 (8): 1205–1212.
28. Petfield J. L., Tribble D. R., Potter B. K., et al. Is bone loss or devascularization associated with recurrence of osteomyelitis in wartime open tibia fractures? *Clin Orthop Relat Res.* 2019; 477 (4): 789–801.
29. Liang S. Y., Jackson B., Kuhn J., et al. Urinary tract infections after combat-related genitourinary trauma. *Surg Infect.* 2019; 20 (8): 611–618.
30. Saeed O., Tribble D., Biever K., et al. Infection prevention in combat-related injuries. *Mil Med.* 2018; 183 (Suppl_2): 137–141.
31. Lewis C. J., Li P., Stewart L., et al. Tranexamic acid in life-threatening military injury and the associated risk of infective complications. *Br J Surg.* 2016; 103 (4): 366–373.
32. Bozzay J. D., Walker P. F., Schechtman D. W., et al. Outcomes of exploratory laparotomy and abdominal infections among combat casualties. *J Surg Res.* 2021; 257 (1): 285–293.
33. Yabes J. M., Stewart L., Shaikh F., et al. Risk of acute kidney injury in combat-injured patients associated with concomitant vancomycin and extended-spectrum β -lactam antibiotic use. *J Intensive Care Med.* 2021; 36 (7): 818–827.
34. Tribble D. R. IDCRP Trauma-Related Infection Research. *Mil Med.* 2022; 187 (Suppl 2): 2–6.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Борисов Игорь Викторович — доктор медицинских наук, заведующий кабинетом диабетической стопы отдела ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, доцент кафедры медицины катастроф МИ РУДН им. П. Лумумбы
ORCID 0000-0002-7851-3813

Igor V. Borisov — MD, Dr. Sc. (Med.), Head of Diabetic Foot Office in Wounds and Wound Infections Department of the Federal State Budgetary Institution “A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Health of Russia; Associate Professor at the Department of Disaster Medicine in P. Lumumba RUDN University, Moscow, Russia

Митиш Валерий Афанасьевич — кандидат медицинских наук, доцент, заведующий отделом ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, заведующий кафедрой медицины катастроф МИ РУДН им. П. Лумумбы, Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-6411-0709

Valery A. Mitish — MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Wounds and Wound Infections of the A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Head of the Department of Disaster Medicine in P. Lumumba RUDN University, Moscow, Russia

Пасхалова Юлия Сергеевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России, доцент кафедры медицины катастроф МИ РУДН им. П. Лумумбы, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-1215-8035

Yulia S. Paskhalova — MD, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Department of Wounds and Wound Infections of the A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Associate Professor of the Department of Disaster Medicine, P. Lumumba RUDN University, Moscow, Russia

Авторы: И. В. Борисов, В. А. Митиш, Ю. С. Пасхалова

Authors: I. V. Borisov, V. A. Mitish, Yu. S. Paskhalova

Участие авторов:

Концепция и дизайн — И. В. Борисов, Ю. С. Пасхалова
Сбор и обработка материала — И. В. Борисов, Ю. С. Пасхалова
Написание текста — И. В. Борисов
Редактирование — В. А. Митиш, Ю. С. Пасхалова

Authors' contribution:

Concept and design — I. V. Borisov, Yu. S. Paskhalova
Material collection and processing — I. V. Borisov, Yu. S. Paskhalova
Text writing — I. V. Borisov
Editing — V. A. Mitish, Yu. S. Paskhalova