

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

Обзорная статья

УДК 616-001.17-001.4:615.33

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

doi: 10.17021/1992-6499-2024-2-20-26

**СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА МИКРОФЛОРУ ОЖОГОВЫХ РАН
И ЕЕ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ**

**Виктор Ардоваздович Зурнаджьянц, Элдар Абдурагимович Кчибеков,
Катерина Юрьевна Мельникова, Анна Анатольевна Воробьева**

Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

Аннотация. Прогноз исхода ожоговой травмы зависит от скорости восстановления поврежденных слоев дермы, поэтому главным принципом лечения ожоговых ран остается проведение аутодермотрансплантации. Однако местные инфекционные осложнения замедляют процессы репарации и эпителизации тканей, препятствуют приживлению донорского кожного лоскута, способствуют длительности заживления донорских ран. Проникновение патогенной микрофлоры через нарушенные кожные покровы приводит к генерализации инфекции с развитием полиорганной недостаточности, сепсиса, пневмоний, увеличению количества летальных исходов. Значимая роль инфекции в структуре летальности обожженных обуславливает важность изучения вопросов ее этиологии, патогенеза и лечения. Важное значение в развитии подобных состояний у тяжелообожженных больных приобретает условно-патогенная микрофлора, вызывающая внутрибольничные, или нозокомиальные, инфекции. Среди таких представителей выделяют *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* и *Enterobacteriaceae spp.* Основными клинически значимыми характеристиками подобной флоры являются полирезистентность к большинству противомикробных препаратов, высокая распространенность в стационарах, способность образовывать биопленки на поверхности ожоговых ран. С каждым годом тенденция к антимикробной устойчивости возрастает, как и увеличивается число резистентных штаммов. Это затрудняет подбор адекватных схем антибактериального лечения при тяжелых и осложненных ожоговых травмах. Назначение эмпирической терапии внутригоспитальных инфекций у ожоговых больных должно основываться на результатах мониторинга микробной флоры и определения ее чувствительности к антибактериальным препаратам. Постоянно ведется поиск путей усовершенствования способов местного лечения ран с применением специальных раневых покрытий с растворами антисептиков, бактериофага. Для улучшения показателей лечения таких больных необходимо оценивать не только локальное состояние раневой поверхности, показатели степени бактериальной контаминации ран и системного воспаления в течение всего периода госпитализации, но и состояние эпидемиологической обстановки ожоговых стационаров.

Ключевые слова: инфекционные осложнения, ожоги, микрофлора, полирезистентность, противомикробная терапия

Для цитирования: Зурнаджьянц В. А., Кчибеков Э. А., Мельникова К. Ю., Воробьева А. А. Современные взгляды на микрофлору ожоговых ран и ее антибиотикорезистентность // Астраханский медицинский журнал. 2024. Т. 19, № 2. С. 20–26. doi: 10.17021/1992-6499-2024-2-20-26.

SCIENTIFIC REVIEWS

Review article

**MODERN VIEWS ON THE MICROFLORA OF BURN WOUNDS
AND ITS ANTIBIOTIC RESISTANCE**

Viktor A. Zurnadzh'yants, El'dar A. Kchibekov,

Katerina Yu. Mel'nikova, Anna A. Vorob'eva

Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

Abstract. Prognosis of outcome of the burn injury depends on recovery speed of damaged layers of derma, therefore execution of the authodermoplasty stays the main principle of the burn injury treatment. However, local infectious complication retard processes of reparation and epithelization of tissues, hinder the engraftment of the donor skin graft, promote the lasting of healing of the donor wounds. But penetration of pathogenic microflora via damaged skin covers leads to infectious generalization with development of multiple organ failure, sepsis, pneumonia, to the

increase of lethal outcome quantity. Considering the role of infection in a structure of mortality of burned patients, the significance to study of its etiology, pathogenesis and treatment does not raise doubts. Opportunistic microflora, causing hospital-acquired, or nosocomial, infections, plays a great role in the development of the similar condition in severely burned patients. Among these representatives are *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* and *Enterobacteriaceae* spp. The main clinical significant characteristics of such flora are multiresistance to most antimicrobial drugs, high prevalence in hospitals, and the ability to form biofilms on the surface of burn wounds. It should be noted that with every year the trend of antimicrobial resistance is increasing, and the number of resistant strains is also increasing. Therefore, it is getting more difficult to select adequate antibacterial treatment schemes for severe complicated burn injuries. The prescription of empirical therapy for nosocomial infections in burn patients should be based on the results of monitoring the microbial flora and determining its sensitivity to antibacterial drugs. In addition, methods of local treatment of wounds are constantly being improved using special wound dressings with antiseptic solutions and bacteriophage. To improve treatment rates for such patients, it is necessary to evaluate not only the local state of the wound surface, the degree of bacterial contamination of wounds and systemic inflammation during the entire period of hospitalization, but also the state of the epidemiological situation in burn care hospitals.

Keywords: infectious complications, burns, microflora, multidrug resistance, antimicrobial therapy

For citation: Zurnadzh'yants V. A., Kchibekov E. A., Mel'nikova K. Yu., Vorob'eva A. A. Modern views on the microflora of burn wounds and its antibiotic resistance. *Astrakhan Medical Journal*. 2024; 19 (2): 20–26. doi: 10.17021/1992-6499-2024-2-20-26. (In Russ.).

Введение. Проблемы ожогового травматизма не теряют своей актуальности в современном мире. Ожоги являются одним из распространенных видов травматических поражений с высоким риском развития осложнений и процентом летальности [1, 2]. Лечение ожоговых ран и ожоговой болезни требует применения высокотехнологичной специализированной медицинской помощи, что связано с большими финансовыми затратами. Результат такого лечения зависит от объема оказания медицинской помощи, выбора методов местного лечения и своевременности проведения оперативного вмешательства с использованием адекватных принципов интенсивной терапии и оказания анестезиологического пособия [3, 4]. Тем не менее, несмотря на имеющиеся современные эффективные технологии лечения, сохраняются высокими показатели развития местных осложнений в раннем послеоперационном периоде в виде лизиса или отторжения аутодермотрансплантатов (10–30 %), что во многом зависит от степени инфицированности ожоговых ран патогенными микроорганизмами и присоединения вторичной полирезистентной флоры в процессе стационарного лечения пациента с последующей генерализацией инфекции и развитием септических осложнений (до 20 %) и пневмоний (6,2 %) [5, 6].

Как известно, ожоговая рана является благоприятной средой для колонизации микроорганизмов [7]. Гнойные и септические осложнения возникают у обожженных пациентов на любой стадии ожоговой болезни, частота их развития обусловлена специфическими патофизиологическими процессами, происходящими в ране, связанными с микротромбозами, ишемией тканей, нарушением нормальной микробиоты кожных покровов, а также нарушениями иммунной системы и восприимчивостью макроорганизма к возбудителям, с рядом сопутствующих соматических заболеваний (например, сахарный диабет) и общим состоянием организма пациента. Тяжесть таких осложнений зависит от степени контаминации раны инфекционными патогенами, глубины и площади поражения кожного покрова. Выделяют инфекционные осложнения первичные, возникающие непосредственно в момент получения травмы; вторичные, возникающие в ранах в процессе лечения с последующей генерализацией; поздние, развивающиеся после заживления ран или оперативного лечения [8].

По мнению многих авторов, в первые сутки с момента получения ожоговой травмы сразу после повреждения рана остается стерильной ввиду гибели всей нормальной микрофлоры под действием термического агента с последующим заселением ее поверхности грамположительными микроорганизмами эндогенной флоры [9]. К. В. Митряшов указывает, что в сроки 5–7 дней характер представителей флоры меняется. Появляются грамотрицательные виды с большой долей полирезистентных микроорганизмов. В стадии инвазии эти микроорганизмы проникают в глубокие слои кожи, в зону паранекроза, где под действием их токсинов и ферментов происходит повреждение сохранившихся эпидермальных ростковых зон и вторичное углубление «пограничных» ожогов [10–12].

Ожоговая болезнь полиэтиологична. Сегодня в вопросе поддержания воспалительных процессов в ожоговой ране примечательна роль условно-патогенной микрофлоры, вызывающей нозокомиальные (внутрибольничные) инфекции. Потенциальные возбудители объединены в группу, обозначаемую как “ESKAPE” и включающую в себя следующие микроорганизмы: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* и *Enterobacteriaceae* spp. Флора этой группы отличается высоким распространением в стационарах, врожденной устойчивостью к антибактериальным препаратам и способностью передавать ее другим бактериям [13].

Точные сроки заселения ран внутригоспитальной флорой не отмечены, однако активное применение антибиотиков широкого спектра действия может способствовать данному процессу. По данным некоторых зарубежных источников, заселение раны внутрибольничной флорой возникает, как правило, в течение первой недели. Септические осложнения и пневмонии, а также тенденция к увеличению степени контаминации поверхностей ран происходит приблизительно к 30 суткам с момента госпитализации [14, 15].

Как было сказано ранее, многие эндогенные микроорганизмы перемещаются, колонизируют ожоговую рану и вызывают инфекции. Помимо *Staphylococcus epidermidis*, таким же распространённым грамположительным кокком является *Staphylococcus aureus*. Носительством *S. aureus* страдают примерно 20–30 % людей, а среди медицинского персонала он встречается приблизительно в 44 % случаев [16]. В совокупности с высокой антибактериальной резистентностью штаммов данная проблема является актуальной. *S. aureus* считается значимым патогеном среди ожоговых больных во всем мире. Некоторые исследователи ставят распространённость стафилококка на второе место после грамотрицательных палочек, выращенных из ожоговой раны, причем больший процент составляют метициллин-резистентные штаммы *S. aureus* (MRSA) [14, 17]. В России распространённость стафилококка среди инфекций у обожженных больных составляет 35,7 %, из них доля MRSA достигает 82 % [18].

Из неферментирующей грамотрицательной микрофлоры в наибольшем проценте случаев встречается культура *Pseudomonas aeruginosa*. Наличие мертвых, денатурированных тканей, влажная среда делают ожоговую рану восприимчивой к данному патогену. Как правило, инфицированность раны *P. aeruginosa* коррелирует с глубиной термического поражения. Синегнойная инфекция на ожоговой поверхности вызывает длительное заживление ран, создает неблагоприятные условия для приживания лоскутов после операции пересадки донорской кожи, объясняет частоту расплавления пересаженных лоскутов на ожоговой поверхности [19].

Среди возбудителей раневой инфекции у пострадавших с обширными глубокими ожогами, находящимися в отделении реанимации и интенсивной терапии, по данным СПб НИИ скорой помощи им. И. И. Джанелидзе, *Klebsiella pneumoniae* выделяется в 26 % случаев, *Acinetobacter baumannii* – в 15 % наблюдений [20]. Как правило, эти микроорганизмы выступают в роли возбудителей сепсиса у тяжелообожженных больных, находящихся в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии [21]. Наиболее негативным клиническим свойством этих групп бактерий является антибиотикорезистентность, что обусловлено способностью к продукции ферментов резистентности (один из самых актуальных β -лактамазы). *A. baumannii* также хорошо известен образованием биопленок и сильной способностью к адаптации к окружающей среде, что в совокупности затрудняет эффективное лечение.

По данным Института хирургии имени Вишневского РАМН за 1997–2002 гг., устойчивость основных возбудителей ожоговой инфекции к наиболее часто применяемым антибактериальным препаратам достигает 70–100 % [22]. По данным литературы, еще 15 лет назад зафиксирована устойчивость *S. aureus* к антибактериальным препаратам пеницилинового ряда, макролидам (азитромицин, эритромицин), линкозамидам (линкомицин). Высокая чувствительность определялась к пенициллин-защищенным группам антибиотиков, цефалоспорином III поколения, фторхинолонам, у резистентных к оксациллину кокков – к ванкомицину. В отношении синегнойной палочки высокая устойчивость проявлялась к гентамицину и полисинтетическим пенициллинам. Данная группа бактерий была чувствительна к амикацину, цефалоспорином III поколения, карбапенемам, левофлоксацину. Полирезистентность энтерококков отмечалась в отношении большинства антибактериальных препаратов: макролидам, аминогликозидам, карбопенемам, цефалоспорином III поколения; однако препаратом выбора при лечении инфекций ожоговых ран был ципрофлоксацин. При выделении из культур энтеробактерий препаратами выбора выступали меропенем и цефтазидим [23, 24].

На сегодняшний день полирезистентность микроорганизмов не изменилась, а даже на фоне многих факторов, в том числе активного и зачастую нерационального назначения антибиотиков широкого спектра действия, усилилась. Многочисленные отечественные исследования научно-исследовательских институтов, лечебных учреждений выявляют следующие далее тенденции и подтверждают мультирезистентность внутрибольничных штаммов микроорганизмов. Сохраняется высокая чувствительность золотистого стафилококка к линезолиду и клиндамицину, хотя ко многим противомикробным препаратам его устойчивость возросла, во многом за счет распространения штамма MRSA. Так, существенно увеличилась чувствительность *S. aureus* к фторхинолонам [25, 26]. В отношении MRSA возможно включать в планы эмпирической терапии линезолид или ванкомицин, а также цефтаролин в качестве монотерапии [27]. Отмечается снижение чувствительности синегнойной палочки в отношении амикацина и меропенема [25]. *Acinetobacter baumannii* резистентна к ципрофлоксацину и аминогликозидам (амикацин), однако сохраняется чувствительность к карбапенемам. Подобная тенденция прослеживается в исследованиях спектра *Klebsiella pneumoniae*, которая формирует высокую резистентность к группе цефалоспоринов. В настоящее время по-прежнему сохраняется высокая чувствительность энтеробактерий к карбапенемам. Однако следует принять во внимание увеличение доли штаммов, продуцирующих карбапенемазы, что означает возможное развитие устойчивости к данной группе антимикробных препаратов в будущем [26]. В любом случае, решающее значение в выборе противомикробного препарата имеют результаты микробиологического исследования раневого отделяемого, при необходимости других жидких сред организма и данные антибиотикорезистентности.

Ввиду все большего распространения полирезистентности инфекционных возбудителей ко многим антибактериальным препаратам в сочетании с высокой восприимчивостью ожоговых ран к инфекции порой становится сложно подобрать адекватную схему противомикробной терапии. Эта проблема поднимает вопросы разработки новых методов лечения и препаратов, схем местной и системной противомикробной терапии. Одним из таких средств борьбы с инфекцией стало использование бактериофагов, которые способны лизировать патогенные микроорганизмы независимо от их чувствительности к антибиотикам. Особенностью фагов является специфичность и строгая избирательность: они эффективны в отношении лишь одного определенного бактериального вида или штамма бактерий. Во многих экспериментальных работах был показан положительный эффект применения

бактериофагов в отношении *P. aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae* в виде купирования инфекционного процесса, закрытия контаминированных ожоговых ран, снижения частоты развития гнойных осложнений, снижения частоты летальных случаев [28–32].

Инфекционные осложнения у пострадавших с термической травмой существенно влияют на течение и исход ожоговой болезни. Поскольку консервативное ведение раны увеличивает риск гнойно-септических и других осложнений, увеличивается и объем нутритивной поддержки, дорогостоящей антибактериальной и противогрибковой терапии [33]. Сложность диагностики инфекции у обожженных обусловлена ранним формированием системного воспалительного ответа, а также изменениями эндокринного и иммунного статусов. Длительное существование инфекции в ожоговой ране приводит к задержке процессов эпителизации, и в дальнейшем предрасполагает к избыточному рубцеванию тканей, а также создает трудности для своевременного закрытия ожоговых ран кожными трансплантатами, повышает вероятность развития летального исхода у тяжелообожженных больных. Для профилактики распространения инфекционных осложнений и усиления выработки полирезистентности внутригоспитальными микроорганизмами актуально внедрение эффективных мероприятий по эпидемиологической безопасности в ожоговых отделениях, рациональное использование антибактериальных препаратов под контролем лабораторных методов диагностики с определением вида возбудителя, степени обсемененности раны микроорганизмами и чувствительности к антибактериальным препаратам [34]. Однако, несмотря на проведение адекватной консервативной этиотропной терапии, на перспективы развития новых способов местной терапии, приоритет лечения ожоговых ран остается за оперативным вмешательством с очищением ран от некротических масс и укрытием их кожным аутодермотрансплантатом, что значительно сокращает время эпителизации и риски развития инфекционных осложнений.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

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

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Ржеусский С. Э., Шульмин А. В., Антонова Е. Г., Атрощенко В. А. Анализ структуры затрат для проведения фармакотерапии термических ожогов // Вестник фармации. 2022. Т. 2, № 96. С. 38–45.
2. Yiwei Wang, Beekman J., Hew J., Jackson S., Issler-Fisher A. C., Parungao R., Lajevardi S. S., Zhe Li, Maitz P. K. M. Burn injury: Challenges and advances in burn wound healing, infection, pain and scarring // Advanced Drug Delivery Reviews. 2018. Vol. 123, no. 1. P. 3–17. doi: 10.1016/j.addr.2017.09.018.
3. Алексеев А. А., Бобровников А. Э., Богданов В. В. Оценка эффективности инновационных технологий лечения пострадавших от ожогов // Медицинский алфавит. 2020. № 13. С. 44–47. doi: 10.33667/2078-5631-2020-13-44-47.
4. Козка А. А., Олифирова О. С. Ожоговая травма / под ред. А. А. Козка, О. С. Олифирова. Благовещенск: Амурская гос. мед. акад., 2021. 85 с.
5. Алексеев А. А., Бобровников А. Э., Малыгина Н. Б., Филимонов К. А. Анализ и особенности работы ожоговых стационаров в России в 2022 г. URL: <http://combustiolog.ru/journal/2-chast-tezisy-vsrossijskoj-nauchno-prakticheskoy-konferentsii-ozhogi-diagnostika-lechenie-reabilitatsiya/>.
6. Зиновьев Е. В., Солошенко В. В., Юрова Ю. В., Костяков Д. В., Вагнер Д. О., Крылов П. К. Лизис / отторжение расщепленных аутодермотрансплантатов – пути решения // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 22, № 3. С. 194–198.
7. Сабирова Е. В., Гординская Н. А., Абрамова Н. В., Карасева Г. Н., Савочкина Ю. А. Микроэкология ожоговых стационаров // Клиническая лабораторная диагностика. 2017. Т. 62, № 5. С. 310–312.
8. Кутявин Н. А., Маратканов М. В., Фатыхова Ч. А., Стяжкина С. Н. Инфекционные осложнения ожоговой болезни // Modern science. 2021. Т. 4, № 2. С. 50–53.
9. Андреева С. В., Хайдаршина Н. Э., Нохрин Д. Ю. Использование статистических методов в анализе динамики видовой структуры микробных сообществ при ожоговой травме // Лабораторная служба. 2019. Т. 8, № 1. С. 65–72. doi.org/10.17116/labs2019801165.
10. Митряшов К. В., Охотина С. В., Шмагунова Е. В., Киселев А. Ю., Усов В. В. Сроки контаминации ожоговых ран нозокомиальной флорой // Тихоокеанский медицинский журнал. 2020. Т. 1, № 79. С. 28–31.

11. Митряшов К. В. Клинико-микробиологическое обоснование применения раневых покрытий на основе гиалуроновой кислоты в местном лечении пограничных ожогов кожи: дис. ... канд. мед. наук. Хабаровск, 2020. 162 с.
12. Толстов А. В., Новиков И. В., Милудин Е. С., Юнусов Р. Р., Киваева О. И. Результаты бактериальной обсемененности поверхностных и пограничных локальных ожогов // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2023. Т. 13, № 1. С. 51–55.
13. Митряшов К. В., Шаркова В. А., Усов В. В., Максема И. Г., Грибань П. А. Разнообразие микробных сообществ ожоговых ран // Неотложная хирургия имени И. И. Джанелидзе. 2021. № 1. С. 41–45.
14. Lachiewicz A. M., Hauck C. G., Weber D. J., Cairns B. A., van Duin D. Bacterial infections after burn injuries: Impact of multidrug resistance // Clinical Infectious Diseases. 2017. No. 65. P. 2130–2136.
15. Markiewicz-Gospodarek A., Koziół M., Tobiasz M., Baj J., Radzikowska-Büchner E., Przekora A. Burn Wound Healing: Clinical Complications, Medical Care, Treatment, and Dressing Types: The Current State of Knowledge for Clinical Practice // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19, no. 3. P. 1338. doi: 10.3390/ijerph1903133814.
16. Junaidi K., Mustafa A. U., Arshadm S., Al Farraj A. D., Younas S., Ejaz H. Burn wound infections: A serious threat of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* // Pakistan Journal of Medical & Health Sciences. 2019. Vol. 13, no. 3. P. 804–807.
17. Mihai M. M., Dima M. B., Dima B., Holban A. M. Nanomaterials for Wound Healing and Infection Control // Materials. 2019. Vol. 12, no. 13. P. 2176. doi: 10.3390/ma12132176.
18. Хохлова О. Е., Перьянова О. В., Владимиров И. В., Мацкевич В. А., Поткина Н. К., Капшук Д. Н., Копытко Л. Н., Гостев В. В., Сидоренко С. В., Ивао Я., Ямамото Т. Микробиологический мониторинг гнойных осложнений у ожоговых больных и молекулярно-генетические особенности метициллинрезистентных *Staphylococcus aureus* (MRSA) // Антибиотики и химиотерапия. 2017. Т. 62, № 9–10. С. 27–33.
19. Сахаров С. П., Козлов Л. Б., Иванов В. В. Анализ микробного пейзажа раневой инфекции при тяжелой термической травме у детей // Фундаментальные исследования. 2013. № 9. С. 468–471.
20. Мануковский В. А., Орлова О. В., Крылов П. К., Насер Н. Р. Инфекционные осложнения у обожженных / под ред. В. А. Мануковского, О. В. Орловой, П. К. Крылова, Н. Р. Насера. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский науч.-исслед. ин-т скорой помощи имени И. И. Джанелидзе, 2021. 34 с.
21. Фаязов А. Д., Мухитдинова Х. Н., Ажиниязов Р. С., Камиллов У. Р. Новые аспекты антибактериальной терапии при ожоговой болезни детского возраста // Вестник экстренной медицины. 2016. № 3. С. 50–54.
22. Самарцев В. А., Еньчева Ю. А., Кузнецова М. В., Карпунина Т. И. Особенности инфицирования ожоговых ран // Новости хирургии. 2014. № 2. С. 199–206.
23. Горшеев А. Н., Обыденникова Т. Н., Усов В. В., Беньковская О. П. Мониторинг микрофлоры ожоговых ран как этап стандартизированного подхода к назначению антибактериальной терапии // Acta Biomedica Scientifica. 2007. Т. 4, № 56. С. 54–55.
24. Воробьева О. Н., Денисенко Л. И., Дощицина А. С., Челпанова Л. И., Дулепо С. А. Динамика антибиотикорезистентности возбудителей гнойно-септических процессов у ожоговых больных // Acta Biomedica Scientifica. 2005. Т. 1, № 39. С. 19–24.
25. Потапов А. Ф., Шамаева С. Х., Иванова А. А., Семенова С. В. Микрофлора ран и резистентность к антибиотикам у пострадавших с термической травмой // Тихоокеанский медицинский журнал. 2023. № 1. С. 81–85.
26. Куглаева Ю. Ю., Голубкова А. А., Багин В. А. Пути оптимизации антибактериальной терапии гнойно-септических инфекций у пациентов ОРИТ ожогового центра // Медицинский альманах. 2020. Т. 2, № 63. С. 57–63.
27. Гельфанд Б. Р. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей. Российские национальные рекомендации / под ред. Б. Р. Гельфанда. Москва, 2015. 109 с.
28. Леонтьев А. Е., Павленко И. В., Ковалишена О. В., Саперкин Н. В., Тулупов А. А., Бесчастнов В. В. Применение фаготерапии в лечении ожоговых больных (обзор) // Современные технологии в медицине. 2020. Т. 12, № 3. С. 95–104.
29. Rahimzadeh G., Gill P., Saeedi M., Ghasemi M., Rokni Gh. R., Rostamkalaei S. S., Ghara A. A. N., Rezai M. S. Evaluation of bacteriophage products against burn wound Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infections // Wound Medicine. 2020. Vol. 28. P. 100–182. doi: 10.1016/j.wndm.2020.100182.
30. Azevedo M. M., Pina-Vaz C., Rodrigues A. G. The Role of Phage Therapy in Burn Wound Infections Management: Advantages and Pitfalls // Journal of Burn Care & Research. 2022. Vol. 43, № 2. P. 336–342. doi: 10.1093/jbcr/irab175.
31. Dehari D., Chaudhuri A., Kumar D. N., Patil R., Gangwar M., Rastogi S., Kumar D., Nath G., Agrawal A. K. A Bacteriophage Microgel Effectively Treats the Multidrug-Resistant *Acinetobacter baumannii* Bacterial Infections in Burn Wounds // Pharmaceuticals. 2023. Vol. 16, № 7. P. 942. doi: 10.3390/ph16070942.
32. Даудова А. Д., Абдрахманова Р. О., Ясенявская А. Л., Демина Ю. З., Рубальский М. О., Рубальский О. В., Самогтруева М. А., Башкина О. А. Перспективы фаготерапии бактериальных инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи // Антибиотики и химиотерапия. 2022. Т. 67, № 11–12. С. 56–63. doi: 10.37489/0235-2990-2022-67-11-12-56-63.
33. Саидгалин Г. З., Штукатуров А. К. К вопросу о раннем оперативном лечении глубоких ожогов // Вестник Уральского государственного медицинского университета. 2015. Т. 4, № 31. С. 73–75.

34. Фомичева Т. Д., Туркутюков В. Б., Сотниченко С. А., Терехов С. М., Скурихина Ю. Е., Окроков М. В. Микробиологический мониторинг в системе эпидемиологического надзора за гнойно-септическими инфекциями при ожоговой травме // Тихоокеанский медицинский журнал. 2018. Т. 3, № 73. С. 72–73.

References

1. Rzhesskiy S. E., Shulmin A. V., Antonova E. G., Atroshchenko V. A. Analysis of the cost structure for conducting pharmacotherapy of thermal burns. *Vestnik farmatsii = Bulletin of Pharmacy*. 2022; 2 (96): 38–45. (In Russ.).
2. Yiwei Wang, Beekman J., Hew J., Jackson S., Issler-Fisher A. C., Parungao R., Lajevardi S. S., Zhe Li, Maitz P. K. M. Burn injury: Challenges and advances in burn wound healing, infection, pain and scarring. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2018; 123 (1): 3–17. doi: 10.1016/j.addr.2017.09.018.
3. Alekseev A. A., Bobrovnikov A. E., Bogdanov V. V. Meaning of innovative technologies for improvement of results in treating burned patients. *Meditsinskiy alfavit = Medical Alphabet*. 2020; 13: 44–47. doi: 10.33667/2078-5631-2020-13-44-47. (In Russ.).
4. Kozka A. A., Olifirova O. S. Burn injury. Blagoveshchensk: Amur State Medical Academy, 2021. 85 p. (In Russ.).
5. Alekseev A. A., Bobrovnikov A. E., Malyutina N. B., Filimonov K. A. Analysis and features of the work of burn hospitals in Russia in 2022. *Kombustologiya = Combustiology*. 2023; 69–70. (In Russ.).
6. Zinov'ev E. V., Soloshenko V. V., Yurova Yu. V., Kostyakov D. V., Vagner D. O., Krylov P. K. Lysis / rejection of split autoderms grafts – solutions. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2020; 22 (3): 194–198. doi: 10.17816/brmma50559. (In Russ.).
7. Sabirova E. V., Gordinskaya N. A., Abramova N. V., Karaseva G. N., Savochkina Yu. A. Microecology of burn hospitals. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Clinical Laboratory Diagnostics*. 2017; 62 (5): 310–312. (In Russ.).
8. Kutuyavin N. A., Maratkanov M. V., Fatykhova Ch. A., Styazhkina S. N. Infectious complications of burn disease. *Modern science = Modern Science*. 2021; 4 (2): 50–53. (In Russ.).
9. Andreeva S. V., Khaydarshina N. E., Nokhrin D. Yu. The use of statistical methods in the analysis of the dynamics of the species structure of microbial communities in the case of burn injury. *Laboratornaya sluzhba = Laboratory Service*. 2019; 8 (1): 65–72. doi: 10.17116/labs2019801165. (In Russ.).
10. Mitryashov K. V., Okhotina S. V., Shmagunova E. V., Kiselev A. Yu., Usov V. V. Timing of contamination of burn wounds with nosocomial flora. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal = Pacific Medical Journal*. 2020; 1 (79): 28–31. (In Russ.).
11. Mitryashov K. V. Clinical and microbiological rationale for the use of wound dressings based on hyaluronic acid in the local treatment of borderline skin burns. Abstract of thesis of Doctor of Medical Sciences. Khabarovsk; 2020: 162 p. (In Russ.).
12. Tolstov A. V., Novikov I. V., Milyudin E. S., Yunusov R. R., Kivaeva O. I. Results of bacterial contamination of superficial and border local burns. *Vestnik meditsinskogo instituta "Reaviz": rehabilitatsiya, vrach i zdorov'e = Bulletin of the Medical Institute "Reaviz": rehabilitation, doctor and health*. 2023; 13 (1): 51–55. (In Russ.).
13. Mitryashov K. V., Sharkova V. A., Usov V. V., Maksema I. G., Griban' P. A. Diversity of microbial communities of burn wounds. *Neotlozhnaya khirurgiya im. I.I. Dzhanelidze = Emergency surgery named after I. I. Dzhanelidze*. 2021; 1: 41–45. (In Russ.).
14. Lachiewicz A. M., Hauck C. G., Weber D. J., Cairns B. A., van Duin D. Bacterial infections after burn injuries: Impact of multidrug resistance. *Clinical Infectious Diseases*. 2017; 65: 2130–2136.
15. Markiewicz-Gospodarek A., Koziol M., Tobiasz M., Baj J., Radzikowska-Büchner E., Przekora A. Burn Wound Healing: Clinical Complications, Medical Care, Treatment, and Dressing Types: The Current State of Knowledge for Clinical Practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19 (3): 1338. doi: 10.3390/ijerph1903133814.
16. Junaidi K., Mustafa A. U., Arshadm S., Al Farraj A. D., Younas S., Ejaz H. Burn wound infections: A serious threat of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*. 2019; 13 (3): 804–807.
17. Mihai M. M., Dima M. B., Dima B., Holban A. M. Nanomaterials for Wound Healing and Infection Control. *Materials*. 2019; 12 (13): 2176. doi: 10.3390/ma12132176.
18. Khokhlova O. E., Per'yanova O. V., Vladimirov I. V., Matskevich V. A., Potkina N. K., Kapshuk D. N., Kopytko L. N., Gostev V. V., Sidorenko S. V., Ivao Ya., Yamamoto T. Microbiological monitoring of purulent complications in burn patients and molecular genetic features of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Antibiotiki i khimioterapiya = Antibiotics and Chemotherapy*. 2017; 62 (9–10): 27–33. (In Russ.).
19. Sakharov S. P., Kozlov L. B., Ivanov V. V. Analysis of the microbial landscape of wound infection in severe thermal trauma in children. *Fundamental'nye issledovaniya = Basic Research*. 2013; 9: 468–471. (In Russ.).
20. Manukovskiy V. A., Orlova O. V., Krylov P. K., Naser N. R. Infectious complications in burnt patients. St. Petersburg: St. Petersburg Scientific Research. Institute of Emergency Medicine named after I. I. Dzhanelidze; 2021: 34 p. (In Russ.).
21. Fayazov A. D., Mukhitdinova Kh. N., Azhiniyazov R. S., Kamilov U. R. New aspects of antibacterial therapy for childhood burn disease. *Vestnik ekstremoy meditsiny = Bulletin of Emergency Medicine*. 2016; 3: 50–54. (In Russ.).
22. Samartsev V. A., En'cheva Yu. A., Kuznetsova M. V., Karpunina T. I. Features of infection of burn wounds. *Novosti khirurgii = Surgery News*. 2014; 2: 199–206. (In Russ.).

23. Gorsheev A. N., Obydennikova T. N., Usov V. V., Ben'kovskaya O. P. Monitoring the microflora of burn wounds as a stage of a standardized approach to prescribing antibacterial therapy. *Acta Biomedica Scientifica = Acta Biomedica Scientifica*. 2007; 4 (56): 54–55. (In Russ.).
24. Vorob'eva O. N., Denisenko L. I., Doshchitsina A. S., Chelpanova L. I., Dulepo S. A. Dynamics of antibiotic resistance of pathogens of purulent-septic processes in burn patients. *Acta Biomedica Scientifica = Acta Biomedica Scientifica*. 2005; 1 (39): 19–24. (In Russ.).
25. Potapov A. F., Shamaeva S. Kh., Ivanova A. A., Semenova S. V. Microflora of wounds and resistance to antibiotics in victims with thermal trauma. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal = Pacific Medical Journal*. 2023; 1: 81–85. (In Russ.).
26. Kutlaeva Yu. Yu., Golubkova A. A., Bagin V. A. Ways to optimize antibacterial therapy for purulent-septic infections in patients in the ICU of a burn center. *Meditsinskiy al'manakh = Medical Almanac*. 2020; 2 (63): 57–63. (In Russ.).
27. Gel'fand B. R. Surgical infections of the skin and soft tissues. Russian national recommendations. 2nd ed. Moscow; 2015: 109 p. (In Russ.).
28. Leont'ev A. E., Pavlenko I. V., Kovalishena O. V., Saperkin N. V., Tulupov A. A., Beschastnov V. V. Application of phage therapy in the treatment of burn patients (review). *Sovremennyye tekhnologii v meditsine = Modern Technologies in Medicine*. 2020; 12 (3): 95–104. (In Russ.).
29. Rahimzadeh G., Gill P., Saeedi M., Ghasemi M., Rokni Gh. R., Rostamkalaei S. S., Ghara A. A. N., Rezai M. S. Evaluation of bacteriophage products against burn wound Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infections. *Wound Medicine*. 2020; 28: 100–182. doi: 10.1016/j.wndm.2020.100182.
30. Azevedo M. M., Pina-Vaz C., Rodrigues A. G. The Role of Phage Therapy in Burn Wound Infections Management: Advantages and Pitfalls. *Journal of Burn Care & Research*. 2022; 43 (2): 336–342. doi: 10.1093/jbcr/irab175.
31. Dehari D., Chaudhuri A., Kumar D. N., Patil R., Gangwar M., Rastogi S., Kumar D., Nath G., Agrawal A. K. A Bacteriophage Microgel Effectively Treats the Multidrug-Resistant *Acinetobacter baumannii* Bacterial Infections in Burn Wounds. *Pharmaceuticals*. 2023; 16 (7): 942. doi: 10.3390/ph16070942.
32. Daudova A. D., Abdrakhmanova R. O., Yasenyavskaya A. L., Demina Yu. Z., Rubal'skiy M. O., Rubal'skiy O. V., Samotrueva M. A., Bashkina O. A. Prospects for phage therapy of bacterial infections associated with the provision of medical care. *Antibiotiki i Khimioterapiya = Antibiotics and Chemotherapy*. 2022; 67 (11–12): 56–63. doi: 10.37489/0235-2990-2022-67-11-12-56-63. (In Russ.).
33. Saidgalin G. Z., Shtukaturov A. K. On the issue of early surgical treatment of deep burns. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo meditsinskogo ugiversiteta = Bulletin of the Ural State Medical University*. 2015; 4 (31): 73–75. (In Russ.).
34. Fomicheva T. D., Turkutyukov V. B., Sotnichenko S. A., Terekhov S. M., Skurikhina Yu. E., Okrokov M. V. Microbiological monitoring in the system of epidemiological surveillance of purulent-septic infections in burn trauma. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal = Pacific Medical Journal*. 2018; 3 (73): 72–73. (In Russ.).

Информация об авторах

В. А. Журнадзьянц, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней педиатрического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: zurviktor@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1962-4636>.

Э. А. Кчибеков, доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней педиатрического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: eldar2376@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9213-9541>.

К. Ю. Мельникова, аспирант кафедры хирургических болезней педиатрического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: m.katya1593@mail.ru.

А. А. Воробьева, кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: annavorobieva74@mail.ru.

Information about the authors

V. A. Zurnadzhyants, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: zurviktor@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1962-4636>.

E. A. Kchibekov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia; e-mail: eldar2376@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9213-9541>.

K. Yu. Melnikova, postgraduate student, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: m.katya1593@mail.ru.

A. A. Vorob'eva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: annavorobieva74@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.02.2024; одобрена после рецензирования 22.04.2024; принята к публикации 06.05.2024.

The article was submitted 20.02.2024; approved after reviewing 22.04.2024; accepted for publication 06.05.2024.