

Характеристика и клиническое значение бактерий *Raoultella* spp.

О.М.Соболева, А.С.Кравченко

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, Кемерово, Российская Федерация

Представлены характеристики бактерий рода *Raoultella* семейства *Enterobacteriaceae*. Описаны морфологические, культуральные, биохимические свойства, факторы патогенности значимых для медицины и биологии видов *R. ornithinolytica*, *R. planticola*, *R. terrigena*. Отмечен ряд их физиологических особенностей. Приведены некоторые данные об истории изучения данных представителей, сведения о врожденной и приобретенной антибиотикорезистентности, рассмотрены экологические характеристики. Описаны многочисленные клинические случаи инфицирования бактериями рода *Raoultella*, а также сообщения о выделении бактерии из различных биотопов организма человека. Виды, относящиеся к роду *Raoultella*, могут представлять опасность для людей с ослабленным иммунитетом, хроническими заболеваниями, вызывая нозокомиальные инфекции. Подчеркивается необходимость дальнейшего изучения и совершенствования методов идентификации бактерий рода *Raoultella*.

Ключевые слова: *Raoultella*, *Raoultella ornithinolytica*, факторы патогенности, вирулентность, нозокомиальные инфекции

Для цитирования: Соболева О.М., Кравченко А.С. Характеристика и клиническое значение бактерий *Raoultella* spp. Бактериология. 2025; 10(1): 105–111. DOI: 10.20953/2500-1027-2025-1-105-111

Characteristics and clinical significance of *Raoultella* spp. bacteria

O.M.Soboleva, A.S.Kravchenko

Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of Russian Federation, Kemerovo, Russian Federation

The characteristics of representatives of the genus *Raoultella* of the *Enterobacteriaceae* family are presented. Morphological, cultural, biochemical properties, pathogenicity factors of *R. ornithinolytica*, *R. planticola*, and *R. terrigena* species important for medicine and biology are described. A number of their physiological features are noted. Some data on the history of the study of these representatives are presented, environmental characteristics are considered, information on congenital and acquired antibiotic resistance is provided. Numerous clinical cases of infection with bacteria of the genus *Raoultella*, as well as isolation of bacteria from various biotopes of the human body, have been described. There is no doubt that species belonging to the genus *Raoultella* can pose a danger to people with weakened immune systems and chronic diseases. It has been established that representatives of the genus *Raoultella* cause nosocomial infections. The need for further study and improvement of methods for the identification of bacteria of the genus *Raoultella* is emphasized.

Key words: *Raoultella*, *Raoultella ornithinolytica*, pathogenicity factors, virulence, nosocomial infections

For citation: Soboleva O.M., Kravchenko A.S. Characteristics and clinical significance of *Raoultella* spp. bacteria. Bacteriology. 2025; 10(1): 105–111. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2025-1-105-111

С течением времени некоторые типичные сапротрофные и условно-патогенные бактерии приобретают все большее значение в инфекционной патологии человека, что подтверждается растущим числом научных публикаций в виде описаний клинических случаев, метаанализов, обзоров. Род *Raoultella* еще недостаточно изучен по сравнению с другими представителями *Enterobacterales*. Однако в последние годы появляется все больше сообщений о случаях выделения *Raoultella* spp. из биотопов организма

человека, а также заражения этими бактериями и прямой связи с целым рядом патологических инфекционных состояний. Генетическое сходство между *Raoultella* spp. и *Klebsiella* spp. и недостаточные знания практикующих врачей о новом патогене могут приводить к неправильной его идентификации.

Цель исследования: описание биологических и патогенных особенностей относительно нового возбудителя инфекционных болезней человека – бактерий рода *Raoultella*.

Для корреспонденции:

Соболева Ольга Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и вирусологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России

Адрес: 650056, Кемерово, ул. Ворошилова, 22а

Телефон: (3842) 73-28-71

Статья поступила 10.07.2024, принята к печати 31.03.2025

For correspondence:

Olga M. Soboleva, PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Virology, Kemerovo State Medical University

Address: 22a Voroshilov str., Kemerovo, 650056, Russian Federation

Phone: (3842) 73-28-71

The article was received 10.07.2024, accepted for publication 31.03.2025

Общая характеристика рода *Raoultella*

Raoultella – это капсульная грамотрицательная, оксидазо-отрицательная, каталазоположительная аэробная (по данным других источников, факультативно-анаэробная [1]) неподвижная палочка, образующая биопленку, принадлежащая к семейству *Enterobacteriaceae*. Первоначально эта бактерия была отнесена к роду *Klebsiella* и названа *Klebsiella ornithinolytica* из-за множества общих экологических, биохимических, клинических и микробиологических особенностей (выработка каталазы, отсутствие оксидазы, ферментация глюкозы, лактозы, сорбозы и восстановление нитратов до нитритов, распространенность в объектах внешней среды и др.). Однако в дальнейшем, благодаря углубленному филогенетическому тестированию, включающему анализ последовательности 16S рРНК и β-субъединицы РНК-полимеразы, кодирующей ген *rpoB*, а также гены *gyrA* и *gyrB* [2], в 2001 г. этих бактерий выделили в отдельный род *Raoultella*.

Род *Raoultella* назван в честь Дидье Рауля (Didier Raoult), французского бактериолога из Медицинского университета в Марселе, Франция [3]. В настоящее время род *Raoultella* включает в себя 3 вида: *R. ornithinolytica*, *R. planticola*, *R. terrigena* [4]. В некоторых источниках упоминается и четвертый вид – *Raoultella electrica* [5, 6], а отдельными авторами и вовсе предлагается провести реклассификацию родов *Klebsiella* и *Raoultella* и вновь объединить их на основе чрезвычайно высокого генетического сходства или, по крайней мере, переименовать вид *Raoultella electrica* в вид *Klebsiella electrica* [7]. Таким образом, в настоящее время систематическое положение рода продолжает уточняться.

R. planticola чаще всего выделяют из растений (трава, свежие овощи), древесины, воды и почвы, реже от животных; *R. terrigena* в основном выделяют из почвы, реже – из образцов клинического материала, взятого у пациентов. *R. ornithinolytica* чаще всего выделяют из рыбы [8], клещей, термитов и воды [9, 10], сточных вод [11]; вид обладает способностью продуцировать орнитиндекарбоксилазу, что отражено в видовом названии патогена.

Как и ее более известный родственник *Klebsiella*, *Raoultella* spp. распространена в природе повсеместно, встречается в растениях, воде и почве и колонизирует организмы людей и животных. Описаны случаи выделения представителей рода из микробиома кишечника комаров [12], пробиотических йогуртов [13]. *R. ornithinolytica* – относительно новый вид в инфекционной патологии людей. Растет число сообщений о нозокомиальных инфекциях у пациентов с сопутствующей патологией, относящихся к группе риска. По-видимому, это связано, в том числе, с совершенствованием инструментов идентификации.

Как указывалось выше, роды *Klebsiella* и *Raoultella* весьма похожи, однако существуют некоторые метаболические особенности, которые могут быть использованы для их идентификации: индолный тест, рост при +10°C, выработка гистамина, тест на D-мелезитозу и метаболизм орнитина, разложение пектата, производство пигмента на глюконат-железоцитратном агаре и использование гентизата в гидроксibenзоате в качестве единственного источника углерода [14, 15]. Кроме того, в отличие от бактерий рода *Klebsiella*, *Raoultella* spp. растут при температуре 4°C и не выделяют газ при ферментации лактозы при температуре +44,5°C [16]. Эти физиологические и биохимические свойства могут быть использо-

ваны для идентификации, основанной на культуральном методе микробиологической диагностики.

Raoultella – неприхотливый микроорганизм, может расти на простых питательных средах. Благодаря синтезу полисахаридной капсулы изучаемый род бактерий способен формировать большие слизистые колонии на агаре МакКонки. Ферментирует глюкозу и лактозу до кислоты и газа. Реакция Фогеса–Проскауэра положительна; бактерия утилизирует цитрат и малонат, сероводород не выделяет.

Бактерия длительно сохраняется в объектах внешней среды, например в больничной пыли, что может играть важную роль в передаче инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [17, 18].

Факторы патогенности *Raoultella*

Raoultella spp. обладает целым рядом факторов патогенности, причем некоторые из них могут быть видо- и штаммоспецифичными. К доказанным факторам патогенности у бактерий *Raoultella* spp. относятся липополисахарид, гемагглютинины, адгезины (фимбрии 1-го и 3-го типов), сидерофоры (энтеробактин и иногда аэробактин), бактериоцин [1, 19], внеклеточные протеазы, гистамин [20]. Выработка экзополисахаридов и образование биопленки наблюдались у *R. planticola*, а экспрессия бактериоцинов была описана у *R. ornithinolytica* [21]. У *R. terrigena* был описан тетродотоксин, мощный нейротоксин рыбы фугу [22].

Большинство видов рода *Raoultella* обычно проявляют высокую чувствительность к антибиотикам, однако у них существует врожденная устойчивость к пенициллинам из-за экспрессии хромосомноопосредованной β-лактамазы класса А по классификации Эмблера: PLA-1, ORN-1 и TER-1 у *R. planticola*, *R. ornithinolytica* и *R. terrigena* соответственно [21]. Подобно близкородственной *Klebsiella* spp., *R. ornithinolytica* обладает склонностью к приобретению дополнительных генов устойчивости к антибиотикам (ARGs), что приводит к увеличению частоты выделения штаммов этого вида с множественной лекарственной устойчивостью [23].

Отдельные штаммы могут иметь более широкий вирулентный потенциал, чем уже описанные общеродовые и общевидовые факторы патогенности. Так, у штамма *R. ornithinolytica* WM1, выделенного от пациента и обладающего множественной лекарственной устойчивостью (из 15 изученных антибиотиков чувствителен только к двум), идентифицированы генетические элементы, связанные с вирулентностью, которые кодируют фимбрии 1-го типа, системы секреции II и VI типов, иерсиниабактин, энтеробактин и поверхностный полисахарид [24].

Не вызывает сомнений способность представителей рода *Raoultella* образовывать биопленку, вступая в сложные взаимоотношения с другими видами бактерий. В модельном эксперименте на мышах показано, что штамм *R. ornithinolytica* B1645-1, выделенный из крови пациента и несущий R-плазмиду, может влиять на состав кишечной микробиоты, изменяя соотношение *Firmicutes/Bacteroidota* и увеличивая относительную численность лактобактерий и бацилл через 48 ч [25].

Значение *Raoultella* в инфекционной патологии человека

Большинство указаний об инфицировании человека *R. ornithinolytica* касается оппортунистических инфекций у

лиц с ослабленным иммунитетом и пациентов, подвергающихся инвазивным процедурам (например, с постоянными катетерами) [26, 27]. Колонизация пищеварительного тракта штаммами *Raoultella* происходит в основном у пациентов со сниженным иммунитетом (пациенты после инвазивных процедур, трансплантации костного мозга, имеющие опухоли, а также новорожденные, пожилые люди), во время длительной госпитализации (несколько недель), ранее получавших антибиотики широкого спектра действия (карбапенемы, гликопептиды, колистин) и противогрибковые препараты. Инфекции, вызываемые *Raoultella*, в основном представляют собой внутрибольничные пневмонии, однако также упоминаются случаи цистита, холангита, холецистита и целлюлита [28, 29].

Среди наиболее значимых факторов иммуносупрессии при инфекции *Raoultella* отмечают онкологические заболевания и сахарный диабет [21], а среди инвазивных вмешательств – катетеризацию периферических и центральных вен, мочевого пузыря, искусственную вентиляцию легких [29–31]. Преимущественная локализация инфекции, вызванной *Raoultella*, – желудочно-кишечный тракт, мочевыделительная система и дыхательные пути, нередко возбудитель выделяется при инфекциях кровотока [32]. Множественный тропизм возбудителя проявляется казуистическими случаями менингита, конъюнктивита, синусита и наружного отита [33, 34]. Интраоперационное заражение *Raoultella* spp. встречается реже, однако выделенные в таких случаях штаммы характеризуются выраженной антибиотикорезистентностью преимущественно за счет продукции карбапенемазы [3].

Бактерия рода *Raoultella* может обнаруживаться в различных биотопах организма человека. Так, она выделяется из фекалий пациентов с атопическим дерматитом и сопутствующим дисбиозом кишечника [35, 36], с атопическим дерматитом и нарушением микробиоты верхних дыхательных путей [37].

Raoultella обнаруживается в материале цервикального канала у пациенток при преждевременном разрыве плодных оболочек [38], с преждевременными родами [39].

Бактерия изучаемого рода выделена из различных отделов респираторного тракта: назофарингеальных мазков у пациентов с пневмонией [40, 41], отделяемого околоносовых пазух у пациентов с хроническим риносинуситом [42], мокроты у больных туберкулезом [43], материала нижних отделов респираторного тракта у пациентов с муковисцидозом [44, 45], бронхоальвеолярного лаважного содержимого у больных вирусно-бактериальной пневмонией [46].

Отмечены отдельные случаи выделения бактерий рода *Raoultella* из желчи у пациентов с механической желтухой опухолевого генеза [47], крови больного уросепсисом [48], мочи при пересадке почек [49, 50], в мазках со слизистой оболочки прямой кишки пациентов с острыми миелоидными лейкозами и лимфомами [51].

Зарегистрирован случай послеоперационной внутрибрюшной инфекции *R. ornithinolytica* после панкреатодуоденэктомии Уиппла: в подпеченочной перитонеальной жидкости автором идентифицирован мультирезистентный штамм, содержащий ген нью-делийской металло-β-лактамазы (*blaNDM*) [52]. В обзоре случаев бактериемии *R. ornithinolytica* [53] сообщается о 7 пациентах с инфекцией желчевыводя-

щих путей. Сообщается о клиническом случае бактериемии и хронического холецистита, вызванных *R. planticola* [54]. Зарегистрированные случаи желудочно-кишечных, в частности билиарных, инфекций, вызванных *R. ornithinolytica*, часто описываются как поражающие главным образом иммунокомпрометированных в результате либо злокачественного новообразования, либо хронического заболевания лиц. Тем не менее существуют редкие случаи инфицирования здоровых пациентов без каких-либо идентифицируемых факторов риска, которое обычно проявляется в виде пищевых отравлений, острого гастроэнтерита [55, 56]. Бактерии рассматриваемого нами рода можно обнаружить в составе микробиоценозов слизистых зева и прямой кишки относительно здоровых людей [57].

Случаи инфекций мочевыводящих путей, а также костно-суставных инфекций, вызванных *R. ornithinolytica*, очень редки [3]. В 2024 г. впервые зарегистрирован случай дакриоцистита, вызванного *R. planticola* [58].

На фоне массы тревожных сообщений о растущем значении бактерии в инфекционной патологии человека вызывают беспокойство экологические исследования, в которых сообщается об успешном применении представителей данного таксона для ремедиации почв и других субстратов, загрязненных тяжелыми металлами [59–61]. Учитывая высокую способность всех представителей семейства *Enterobacteriaceae* к горизонтальному переносу генов, не получим ли мы в итоге эффективный ремедиант, успешно распространяющий гены резистентности к антибиотикам среди бактерий, в том числе и патогенных, и вносящий собственный существенный вклад в инфекционную заболеваемость человека? Тем более что имеются исследования, доказывающие прямое влияние антибиотиков на ряд свойств энтеробактерий, и рассматриваемый нами в данной статье род в том числе, выделенных из объектов окружающей среды. Так, указывается, что антибиотики, добавляемые в концентрации ниже минимальной ингибирующей, снижают скорость роста, уменьшают образование сидерофоров и биопленок, увеличивают выработку поверхностных полисахаридов, вызывают значительные изменения морфологии бактерий, однако повышают при этом экспрессию гена *rfaH*, являющегося регулятором многих оперонов вирулентности у бактерий [6].

Заключение

Бактерии рода *Raoultella* являются новым возбудителем инфекционных болезней человека. Хотя ранее они были известны как относительно безвредные условно-патогенные бактерии, обнаруживаемые в объектах внешней среды, их участие в разнообразных клинических инфекциях человека, зафиксированное множеством исследователей, проливает свет на потенциально все более вирулентный патоген, поражающий пациентов из групп риска. Бактерии, выделяемые в большинстве описанных в литературе случаев, восприимчивы к стандартным схемам лечения антибиотиками. Однако появление штаммов с множественной лекарственной устойчивостью может представлять серьезный риск для иммунокомпрометированных пациентов и, следовательно, требует пристального внимания клиницистов. Это актуально еще и в связи с тем, что эпидемиология и клиническая значимость инфекций, вызываемых *Raoultella* spp. у человека, неясны и

требуют дальнейших исследований. Существовавшие ранее трудности с распознаванием *Raoultella* и внедрение более точных методов идентификации могут объяснить недавнее увеличение числа сообщений о случаях заболевания. Предполагается, что *Raoultella* spp. может быть скорее недостаточно диагностированным, чем редким патогеном.

Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

Financial support

No financial support has been provided for this work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

Литература

1. Bilihar D, Phuu P, Kotelnikova S, Johnson E. Bacteremic cholangitis due to *Raoultella planticola* complicating intrahepatic bile duct stricture 5 years post-laparoscopic cholecystectomy: a case report. *J Med Case Rep*. 2021 Apr 7;15(1):152. DOI: 10.1186/s13256-021-02762-0
2. Sękowska A. The many faces of *Raoultella* spp. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine*. 2019;73:713-720. DOI: 10.5604/01.3001.0013.6377
3. Hajjar R, Ambaraghassi G, Sebahang H, Schwenter F, Su SH. *Raoultella ornithinolytica*: Emergence and Resistance. *Infect Drug Resist*. 2020 Apr 15;13:1091-1104. DOI: 10.2147/IDR.S191387
4. Taxonomy Browser [Electronic resource]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/taxonomy/tree/?taxon=160674> (accessed 13.05.2024).
5. Abd El-Ghany WA. A spotlight on *Raoultella ornithinolytica*: a newly emerging life-threatening zoonotic pathogen. *Int J of One Health*. 2021;7(1):1-6. DOI: 10.14202/IJOH.2021.1-5
6. Delik E, Eroğlu B, Tefon-Öztürk BE. Evaluation of the in vitro effects of concentrations of antibiotics on three Enterobacteriaceae isolates. *World J Microbiol Biotechnol*. 2024 Jan 19;40(2):73. DOI: 10.1007/s11274-023-03877-w
7. Ma Y, Wu X, Li S, Tang L, Chen M, An Q. Proposal for reunification of the genus *Raoultella* with the genus *Klebsiella* and reclassification of *Raoultella electrica* as *Klebsiella electrica* comb. nov. *Res Microbiol*. 2021 Sep-Oct;172(6):103851. DOI: 10.1016/j.resmic.2021.103851
8. Долганова СГ, Нохрина ЕВ. Санитарно-микробиологическая оценка пресноводной рыбы. *Вестник ИРГСАХ*. 2019;90:131-139.
9. Загайнова АВ, Юдин СМ, Абрамов ИА, Недачин АЕ, Асланова ММ, Лукашина МВ и др. Определение перечня потенциально патогенных и патогенных микроорганизмов бактериальной, вирусной и паразитарной природы, циркулирующих в сточных и поверхностных водах. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2021;2:50-63. DOI: 10.33092/0025-8326mp2021.2.50-63
10. Загайнова АВ, Асланова ММ, Курбатова ИВ, Ракова ВМ, Федец ЗЕ, Пай ГВ, и др. Оптимизация методов санитарно-микробиологического и санитарно-паразитологического контроля сточных вод. *Гигиена и санитария*. 2022;101(5):545-555. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-5-545-555
11. Puljko A, Babić I, Rozman SD, Barišić I, Jelić M, Maravić A, et al. Treated municipal wastewater as a source of high-risk and emerging multidrug-resistant clones of *E. coli* and other Enterobacterales producing extended-spectrum β -lactamases. *Environ Res*. 2024 Feb 15;243:117792. DOI: 10.1016/j.envres.2023.117792
12. Бурлак ВА, Федорова ВС, Кириленко КМ, Воробьев РС, Коханенко АА, Артемов ГН. Микробиом кишечника комаров-переносчиков диروفиларий. Механизмы адаптации микроорганизмов к различным условиям среды обитания: тезисы докладов Второй Всероссийской научной конференции с международным участием. Иркутск, 28 февраля 2022 года. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2022;123-126.
13. Qu T, Wang P, Zhao X, Liang L, Ge Y, Chen Y. Metagenomics reveals differences in the composition of bacterial antimicrobial resistance and antibiotic resistance genes in pasteurized yogurt and probiotic bacteria yogurt from China. *J Dairy Sci*. 2024 Jun;107(6):3451-3467. DOI: 10.3168/jds.2023-23983
14. Mori M, Ohta M, Agata N, Kido N, Arakawa Y, Ito H, et al. Identification of species and capsular types of *Klebsiella* clinical isolates, with special reference to *Klebsiella planticola*. *Microbiol Immunol*. 1989;33(11):887-95. DOI: 10.1111/j.1348-0421.1989.tb00976.x
15. Westbrook GL, O'Hara CM, Roman SB, Miller JM. Incidence and identification of *Klebsiella planticola* in clinical isolates with emphasis on newborns. *J Clin Microbiol*. 2000 Apr;38(4):1495-7. DOI: 10.1128/JCM.38.4.1495-1497.2000
16. Sękowska A. *Raoultella* spp.-clinical significance, infections and susceptibility to antibiotics. *Folia Microbiol (Praha)*. 2017 May;62(3):221-227. DOI: 10.1007/s12223-016-0490-7
17. Чезганова ЕА, Ефимова ОС, Созинов СА, Ефимова АР, Сахарова ВМ, Кутихин АГ и др. Больничная пыль как потенциальный резервуар госпитальных штаммов. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2019;18(4):82-92. DOI: 10.31631/2073-3046-2019-18-4-82-92
18. Чезганова ЕА, Медведева НВ, Сахарова ВМ, Брусина ЕБ. Эпидемический процесс инфекций дыхательных путей и роль пыли как фактора передачи мультирезистентных микроорганизмов в медицинских организациях. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2020;6(1):47-52. DOI: 10.23946/2500-0764-2020-5-1-47-52
19. Podschun R, Fischer A, Ullman U. Expression of putative virulence factors by clinical isolates of *Klebsiella planticola*. *J Med Microbiol*. 2000 Feb;49(2):115-119. DOI: 10.1099/0022-1317-49-2-115
20. Al-Hulu SM, Al-Charrakh AH, Al-Saadi MAK. Isolation and characterization of *Raoultella ornithinolytica* from clinical specimens in Hilla city. *Iraq. Med J Babylon*. 2009;7(4):42-47.
21. Appel TM, Quijano-Martínez N, De La Cadena E, Mojica MF, Villegas MV. Microbiological and Clinical Aspects of *Raoultella* spp. *Front Public Health*. 2021 Aug 2;9:686789. DOI: 10.3389/fpubh.2021.686789
22. Yu VC, Yu PH, Ho KC, Lee FW. Isolation and identification of a new tetrodotoxin-producing bacterial species, *Raoultella terrigena*, from Hong Kong marine puffer fish *Takifugu niphobles*. *Mar Drugs*. 2011;9(11):2384-2396. DOI: 10.3390/md9112384
23. Salimiyan rizi K, Farsiani H. *Raoultella* Infections from Clinical to Laboratory – Update & Literature review. *Reviews in Clinical Medicine*. 2022;9(4):159-171. DOI: 10.22038/rcm.2023.68403.1416
24. Wang M, Fan Y, Liu P, Liu Y, Zhang J, Jiang Y. Genomic insights into evolution of pathogenicity and resistance of multidrug-resistant *Raoultella ornithinolytica* WM1. *Ann N Y Acad Sci*. 2021 Aug;1497(1):74-90. DOI: 10.1111/nyas.14595
25. Wu Z, Gou R, Sha L, Yu C, Meng L, Jin Z. Effects of Luteolin-7-O-Glucoside on Intestinal Microbiota Dysbiosis and Drug Resistance Transmission Caused by *Raoultella ornithinolytica* B1645-1: Modulating the Composition of Intestinal Microbiota and Promoting the Transfer of blaNDM-1 Gene from Genus *Enterococcus* to *Lactobacillus* in Mice. *Microorganisms*. 2023 Oct 2;11(10):2477. DOI: 10.3390/microorganisms11102477
26. Zou H, Berglund B, Xu H, Chi X, Zhao Q, Zhou Z, Xia H, Li X, Zheng B. Genetic characterization and virulence of a carbapenem-resistant *Raoultella ornithinolytica* isolated from well water carrying a novel megaplasmid containing blaNDM-1. *Environ Pollut*. 2020 May;260:114041. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114041
27. Сухорукова МВ, Эйдельштейн МВ, Иванчик НВ, Склеенова ЕЮ, Шайдуллина ЭР, Азизов ИС и др. Антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов Enterobacterales в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования марафон 2015-2016. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2019;21(2):147-159. DOI: 10.36488/смас.2019.2.147-159

28. Chun S, Yun JW, Huh HJ, Lee NY. Low virulence? Clinical characteristics of *Raoultella planticola* bacteremia. *Infection*. 2014 Oct;42(5):899-904. DOI: 10.1007/s15010-014-0664-7
29. Seng P, Boushab BM, Romain F, Gouriet F, Bruder N, Martin C, et al. Emerging role of *Raoultella ornithinolytica* in human infections: a series of cases and review of the literature. *Int J Infect Dis*. 2016 Apr;45:65-71. DOI: 10.1016/j.ijid.2016.02.014
30. Sękowska A, Dylewska K, Gospodarek E, Bogiel T. Catheter-related blood stream infection caused by *Raoultella ornithinolytica*. *Folia Microbiol (Praha)*. 2015 Nov;60(6):493-5. DOI: 10.1007/s12223-015-0390-2
31. Chen X, Zhou X, Cao J, Ma K, Xia Z. A case report of community-acquired *Raoultella ornithinolytica* infection in a healthy, young individual. *BMC Infect Dis*. 2021 Oct 24;21(1):1095. DOI: 10.1186/s12879-021-06799-w
32. Hong KW, Cheon YH, Moon K, Hong SI, Ryu BH, Cho OH, et al. Comparison of the clinical characteristics and outcomes of bloodstream infections caused by *Raoultella* species and *Klebsiella pneumoniae*. *Infect Dis (Lond)*. 2020 Jul;52(7):489-497. DOI: 10.1080/23744235.2020.1758764
33. Cavaliere M, Bartoletti G, Capriglione P, Di Lullo AM, Motta G, Iengo M, et al. Unusual Localization of an Emergent Bacterium, *Raoultella ornithinolytica*. *Case Rep Med*. 2020 Mar 30;2020:1710271. DOI: 10.1155/2020/1710271
34. Baek J, Park MJ, Lee HY, Kang S. *Raoultella Ornithinolytica* in a Healthy, Young Person: Rapidly Progressive Sinusitis with Orbital and Intracranial Involvement. *Eur J Case Rep Intern Med*. 2023 Sep 18;10(10):003987. DOI: 10.12890/2023_003987
35. Зайнуллина ОН, Печуров ДВ, Лямин АВ, Хисматуллина ЗР. Коррекция нарушений биоценоза кишечника в комплексной терапии atopического дерматита у детей. *Вопросы практической педиатрии*. 2019;14(2):81-86. DOI: 10.20953/1817-7646-2019-2-81-86
36. Зайнуллина ОН, Печуров ДВ, Лямин АВ, Хисматуллина ЗР. Характеристика микробиома основных биотопов у детей с atopическим дерматитом. *Педиатрия им. Г.Н.Сперанского*. 2020;99(2):74-80. DOI: 10.24110/0031-403X-2020-99-2-74-80
37. Жестков АВ, Лямин АВ, Побежимова ОО. Оценка культурома отделяемого верхних дыхательных путей и содержимого толстой кишки у пациентов с atopическим дерматитом. *Вестник современной клинической медицины*. 2022;15(1):17-25. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(1).17-25
38. Каганова МА, Спиридонова НВ, Казакова АВ, Девятова ОО, Галкина ДА, Головина ОН. Особенности микробиоты цервикального канала при дородовом излитии околоплодных вод и доношенной беременности. *Акушерство и гинекология*. 2019;5:77-84. DOI: 10.18565/aig.2019.5.77-84
39. Перепелица СА. Микробиологический мониторинг матери и ребенка в ближайшем послеродовом периоде. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2021;23(S1):32-33.
40. Шмыленко ВА, Бондаренко АП, Троценко ОЕ, Пшеничная НЮ, Громова ТВ. Бактериальная микробиота респираторного тракта больных внебольничной пневмонией, выделенная при их первичном и повторном обследовании в период пандемии новой коронавирусной инфекции (декабрь 2020 г. – март 2021 г.) в г. Хабаровске. *Проблемы медицинской микологии*. 2021;23(2):165.
41. Троценко ОЕ, Бондаренко АП, Шмыленко ВА, Базыкина ЕА, Пшеничная НЮ, Зайцева ТА, и др. Бактериальная микрофлора респираторного тракта, выявленная у больных внебольничной пневмонией в период продолжающегося распространения новой коронавирусной инфекции в г. Хабаровске (декабрь 2020 – март 2021 г.). *Инфекция и иммунитет*. 2022;12(4):713-725. DOI: 10.15789/2220-7619-COR-1839
42. Еременко ЮЕ, Таланкина АС, Титов ЛП, Сиделова СИ, Шестакова ЕВ, Носова ЕС. Хронические риносинуситы: микробный пейзаж и способность к формированию биопленок. *Оториноларингология. Восточная Европа*. 2019;9(4):427-435.
43. Ауезов АШ, Чингисова ЛТ, Ракишева АС, Бисмилда ВЛ, Нурбаева КЖ, Шамурова ЗМ. Характер неспецифической микрофлоры у больных туберкулезом. *Фтизиопульмонология*. 2021;2:32-36.
44. Красовский СА, Амелина ЕЛ, Кондратьева ЕИ, Шагинян ИА, Чернуха МЮ, Черняк АВ, и др. Респираторная инфекция нижних дыхательных путей у больных муковисцидозом в Российской Федерации по данным Национального регистра (2014). *Пульмонология*. 2016;26(4):421-435. DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-4-421-435
45. Баранов АА, Намазова-Баранова ЛС, Куцев СИ, Авдеев СН, Полевиченко ЕВ, Белевский АС, и др. Педиатрическая фармакология. 2022;19(2):153-195. DOI: 10.15690/pf.v19i2.2417
46. Кецо ЮЛ, Петровская ЕВ, Лямин АВ. Эффективность использования антибактериальной терапии разных групп тяжести пациентов с вирусно-бактериальной пневмонией в пандемическом и постпандемическом периоде 2009/2011 года. *Тольяттинский медицинский консилиум*. 2015;3-4:25-29.
47. Шабунин АВ, Тавобилов ММ. Выбор способа декомпрессии желчных протоков в лечении больных механической желтухой опухолевого генеза. *Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П.Павлова*. 2016;24(1):68-74.
48. Третьякова НА, Суханин ВС, Вдовушкина ТА. Спондилит как осложнение перенесенного уросепсиса и инфекционного эндокардита (клиническое наблюдение). *РМЖ*. 2020;28(8):37-40.
49. Волыничек ЕП, Большаков ЛВ, Балакирев ЭМ, Богомолова НС. Профилактика и лечение инфекционных осложнений, вызванных нозокомиальной флорой, после пересадки родственных аллогенных почек. *Трансплантология*. 2011;(2-3):63-68. DOI: 10.23873/2074-0506-2011-0-2-3-63-68
50. Волыничек ЕП, Большаков ЛВ, Богомолова НС, Балакирев ЭМ. Клинические и бактериологические особенности инфекционных осложнений у реципиентов родственных почек. *Трансплантология*. 2013;1:18-24.
51. Коробова АГ, Клясова ГА, Охмат ВА, Кравченко СК, Паровичникова ЕН, Савченко ВГ. Колонизация слизистой оболочки кишечника энтеробактериями с продукцией β-лактамаз расширенного спектра при лечении острых миелоидных лейкозов и лимфом. *Гематология и трансфузиология*. 2017;62(3):116-123. DOI: 10.18821/0234-5730-2017-62-3-116-123
52. Bhatt P, Tandel K, Das NK, Rath KR. New Delhi metallo-β-lactamase producing extensively drug-resistant *Raoultella ornithinolytica* isolated from drain fluid following Whipple's pancreaticoduodenectomy. *Med J Armed Forces India*. 2015 Dec;71(Suppl 2):S609-11. DOI: 10.1016/j.mjafi.2015.01.005
53. Chun S, Yun JW, Huh HJ, Lee NY. Clinical characteristics of *Raoultella ornithinolytica* bacteremia. *Infection*. 2015 Feb;43(1):59-64. DOI: 10.1007/s15010-014-0696-z
54. Doherty G, Kreinices J, Souza F, Kim DE. Chronic cholecystitis from *Raoultella planticola* infection associated with adenomyomatous hyperplasia. *J Surg Case Rep*. 2022 Nov 28;2022(11):rjac529. DOI: 10.1093/jscr/rjac529
55. Hajjar R, Schwenter F, Su SH, Gasse MC, Sebahang H. Community-acquired infection to *Raoultella ornithinolytica* presenting as appendicitis and shock in a healthy individual. *J Surg Case Rep*. 2018 May 15;2018(5):rjy097. DOI: 10.1093/jscr/rjy097
56. Бондаренко АП, Будацыренова ЛВ, Игнатъева МЕ, Шмыленко ВА, Троценко ОЕ, Дятлов ИА. Групповые случаи полиэтиологичной пищевой токсикоинфекции в Республике Саха (Якутия) в августе 2018 года, связанные с употреблением рыбных консервов. *Дальневосточный журнал инфекционной патологии*. 2020;39(39):85-92.
57. Катаева ЛВ, Степанова ТФ, Ребещенко АП, Посоюзных ОВ, Ху ТХД, Ле ТМХ. Сравнительная характеристика микробиоценоза слизистых зева и прямой кишки пациентов Национального госпиталя педиатрии г. Ханой, СРВ. *Инфекция и иммунитет*. 2017;S:932.
58. Kalogeropoulos D, Asproudis C, Priavali E, Pappa C, Kalogeropoulos C, Asproudis I. A novel case of *Raoultella planticola* – associated acute dacryocystitis. *Orbit*. 2024 Feb;43(1):157-159. DOI: 10.1080/01676830.2022.2089168
59. Salih LIF, Rasheed RO, Muhammed SM. *Raoultella ornithinolytica* as a Potential Candidate for Bioremediation of Heavy Metal from Contaminated Environments. *J Microbiol Biotechnol*. 2023 Jul 28;33(7):895-908. DOI: 10.4014/jmb.2212.12045

60. Ghosh S, Sarkar B, Thongmee S. Bacteria mediated cadmium removal for wastewater treatment. Development in Wastewater Treatment Research and Processes. Elsevier, 2024;137-156. DOI: 10.1016/B978-0-323-99278-7.00001-8
61. Li C, Xing J, Xu Q, Cui D, Liu Y, Pang C, Li A. Biochar and microorganism assisted phytoremediation of severely molybdenum-contaminated soil: Efficacy, mechanisms and the impact of low temperatures. J of Cleaner Production. 2024;444:141219. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.141219

References

1. Blihar D, Phuu P, Kotelnikova S, Johnson E. Bacteremic cholangitis due to *Raoultella planticola* complicating intrahepatic bile duct stricture 5 years post-laparoscopic cholecystectomy: a case report. J Med Case Rep. 2021 Apr 7;15(1):152. DOI: 10.1186/s13256-021-02762-0
2. Sękowska A. The many faces of *Raoultella* spp. Advances in Hygiene and Experimental Medicine. 2019;73:713-720. DOI: 10.5604/01.3001.0013.6377
3. Hajjar R, Ambaraghassi G, Sebahang H, Schwenter F, Su SH. *Raoultella ornithinolytica*: Emergence and Resistance. Infect Drug Resist. 2020 Apr 15;13:1091-1104. DOI: 10.2147/IDR.S191387
4. Taxonomy Browser [Electronic resource]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/taxonomy/tree/?taxon=160674> (accessed 13.05.2024).
5. Abd El-Ghany WA. A spotlight on *Raoultella ornithinolytica*: a newly emerging life-threatening zoonotic pathogen. Int J of One Health. 2021;7(1):1-6. DOI: 10.14202/IJOH.2021.1-5
6. Delik E, Eroğlu B, Tefon-Öztürk BE. Evaluation of the in vitro effects of concentrations of antibiotics on three Enterobacteriaceae isolates. World J Microbiol Biotechnol. 2024 Jan 19;40(2):73. DOI: 10.1007/s11274-023-03877-w
7. Ma Y, Wu X, Li S, Tang L, Chen M, An Q. Proposal for reunification of the genus *Raoultella* with the genus *Klebsiella* and reclassification of *Raoultella electrica* as *Klebsiella electrica* comb. nov. Res Microbiol. 2021 Sep-Oct;172(6):103851. DOI: 10.1016/j.resmic.2021.103851
8. Dolganova SG, Nohrina EV. Sanitary-microbiological assessment of freshwater fish. Vestnik IrGSHA. 2019;90:131-139. (In Russian).
9. Zagaynova AV, Yudin SM, Abramov IA, Nedachin AE, Aslanova MM, Lukashina MV, et al. Definition of the list of potentially pathogenic and pathogenic microorganisms of bacterial, viral and parasitic nature circulating in waste and surface waters. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2021;2:50-63. DOI: 10.33092/0025-8326mp2021.2.50-63 (In Russian).
10. Zagaynova AV, Aslanova MM, Kurbatova IV, Rakova VM, Fedez ZE, Pay GV, et al. Optimization of methods for sanitary-microbiological and sanitary-parasitological control of wastewater. Hygiene and Sanitation. 2022;101(5):545-555. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-5-545-555 (In Russian).
11. Puljko A, Babić I, Rozman SD, Barišić I, Jelić M, Maravić A, et al. Treated municipal wastewater as a source of high-risk and emerging multidrug-resistant clones of *E. coli* and other Enterobacterales producing extended-spectrum β -lactamases. Environ Res. 2024 Feb 15;243:117792. DOI: 10.1016/j.envres.2023.117792
12. Burlak VA, Fedorova VS, Kirilenko KM, Vorob'ev RS, Kokhanenko AA, Artemov GN. Mikrobiom kishechnika komarov-perenoschikov dirofilyarii. Mekhanizmy adaptatsii mikroorganizmov k razlichnym usloviyam sredy obitaniya: tezisy dokladov Vtoroi Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Irkutsk, 28 fevralya 2022 goda. Irkutsk: Irkutskii gosudarstvennyi universitet, 2022;123-126. (In Russian).
13. Qu T, Wang P, Zhao X, Liang L, Ge Y, Chen Y. Metagenomics reveals differences in the composition of bacterial antimicrobial resistance and antibiotic resistance genes in pasteurized yogurt and probiotic bacteria yogurt from China. J Dairy Sci. 2024 Jun;107(6):3451-3467. DOI: 10.3168/jds.2023-23983
14. Mori M, Ohta M, Agata N, Kido N, Arakawa Y, Ito H, et al. Identification of species and capsular types of *Klebsiella* clinical isolates, with special reference to *Klebsiella planticola*. Microbiol Immunol. 1989;33(11):887-95. DOI: 10.1111/j.1348-0421.1989.tb00976.x
15. Westbrook GL, O'Hara CM, Roman SB, Miller JM. Incidence and identification of *Klebsiella planticola* in clinical isolates with emphasis on newborns. J Clin Microbiol. 2000 Apr;38(4):1495-7. DOI: 10.1128/JCM.38.4.1495-1497.2000
16. Sękowska A. *Raoultella* spp. – clinical significance, infections and susceptibility to antibiotics. Folia Microbiol (Praha). 2017 May;62(3):221-227. DOI: 10.1007/s12223-016-0490-7
17. Chezganova EA, Efimova OS, Sozinov SA, Efimova AR, Sakharova VM, Kutikhin AG, et al. Particulate Matter in a Hospital Environment: as Potential Reservoir for Hospital Strains. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2019;18(4):82-92. DOI: 10.31631/2073-3046-2019-18-4-82-92 (In Russian).
18. Chezganova EA, Medvedeva NV, Sakharova VM, Brusina EB. Epidemic process of respiratory infections and particulate matter as a route for transmission of multidrug-resistant microorganisms in medical organisations. Fundamental and Clinical Medicine. 2020;6(1):47-52. DOI: 10.23946/2500-0764-2020-5-1-47-52 (In Russian).
19. Podschun R, Fischer A, Ullman U. Expression of putative virulence factors by clinical isolates of *Klebsiella planticola*. J Med Microbiol. 2000 Feb;49(2):115-119. DOI: 10.1099/0022-1317-49-2-115
20. Al-Hulu SM, Al-Charrakh AH, Al-Saadi MAK. Isolation and characterization of *Raoultella ornithinolytica* from clinical specimens in Hilla city. Iraq. Med J Babylon. 2009;7(4):42-47.
21. Appel TM, Quijano-Martínez N, De La Cadena E, Mojica MF, Villegas MV. Microbiological and Clinical Aspects of *Raoultella* spp. Front Public Health. 2021 Aug 2;9:686789. DOI: 10.3389/fpubh.2021.686789
22. Yu VC, Yu PH, Ho KC, Lee FW. Isolation and identification of a new tetrodotoxin-producing bacterial species, *Raoultella terrigena*, from Hong Kong marine puffer fish *Takifugu niphobles*. Mar Drugs. 2011;9(11):2384-2396. DOI: 10.3390/md9112384
23. Salimiyan rizi K, Farsiani H. *Raoultella* Infections from Clinical to Laboratory – Update & Literature review. Reviews in Clinical Medicine. 2022;9(4):159-171. DOI: 10.22038/rcm.2023.68403.1416
24. Wang M, Fan Y, Liu P, Liu Y, Zhang J, Jiang Y. Genomic insights into evolution of pathogenicity and resistance of multidrug-resistant *Raoultella ornithinolytica* WM1. Ann N Y Acad Sci. 2021 Aug;1497(1):74-90. DOI: 10.1111/nyas.14595
25. Wu Z, Gou R, Sha L, Yu C, Meng L, Jin Z. Effects of Luteolin-7-O-Glucoside on Intestinal Microbiota Dysbiosis and Drug Resistance Transmission Caused by *Raoultella ornithinolytica* B1645-1: Modulating the Composition of Intestinal Microbiota and Promoting the Transfer of blaNDM-1 Gene from Genus *Enterococcus* to *Lactobacillus* in Mice. Microorganisms. 2023 Oct 2;11(10):2477. DOI: 10.3390/microorganisms11102477
26. Zou H, Berglund B, Xu H, Chi X, Zhao Q, Zhou Z, Xia H, Li X, Zheng B. Genetic characterization and virulence of a carbapenem-resistant *Raoultella ornithinolytica* isolated from well water carrying a novel megaplasmid containing blaNDM-1. Environ Pollut. 2020 May;260:114041. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114041
27. Sukhorukova MV, Edelstein MV, Skleenova EYu, Ivanchik NV, Shajdullina ER, Mikotina AV, et al. Antimicrobial resistance of nosocomial Enterobacterales isolates in Russia: results of multicenter epidemiological study "MARATHON 2015–2016". Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy. 2019;21(2):147-159. DOI: 10.36488/cmac.2019.2.147-159 (In Russian).
28. Chun S, Yun JW, Huh HJ, Lee NY. Low virulence? Clinical characteristics of *Raoultella planticola* bacteremia. Infection. 2014 Oct;42(5):899-904. DOI: 10.1007/s15010-014-0664-7
29. Seng P, Boushab BM, Romain F, Gouriet F, Bruder N, Martin C, et al. Emerging role of *Raoultella ornithinolytica* in human infections: a series of cases and review of the literature. Int J Infect Dis. 2016 Apr;45:65-71. DOI: 10.1016/j.ijid.2016.02.014
30. Sękowska A, Dylewska K, Gospodarek E, Bogiel T. Catheter-related blood stream infection caused by *Raoultella ornithinolytica*. Folia Microbiol (Praha). 2015 Nov;60(6):493-5. DOI: 10.1007/s12223-015-0390-2
31. Chen X, Zhou X, Cao J, Ma K, Xia Z. A case report of community-acquired *Raoultella ornithinolytica* infection in a healthy, young individual. BMC Infect Dis. 2021 Oct 24;21(1):1095. DOI: 10.1186/s12879-021-06799-w

32. Hong KW, Cheon YH, Moon K, Hong SI, Ryu BH, Cho OH, et al. Comparison of the clinical characteristics and outcomes of bloodstream infections caused by *Raoultella* species and *Klebsiella pneumoniae*. *Infect Dis (Lond)*. 2020 Jul;52(7):489-497. DOI: 10.1080/23744235.2020.1758764
33. Cavaliere M, Bartoletti G, Capriglione P, Di Lullo AM, Motta G, Iengo M, et al. Unusual Localization of an Emergent Bacterium, *Raoultella ornithinolytica*. *Case Rep Med*. 2020 Mar 30;2020:1710271. DOI: 10.1155/2020/1710271
34. Baek J, Park MJ, Lee HY, Kang S. *Raoultella Ornithinolytica* in a Healthy, Young Person: Rapidly Progressive Sinusitis with Orbital and Intracranial Involvement. *Eur J Case Rep Intern Med*. 2023 Sep 18;10(10):003987. DOI: 10.12890/2023_003987
35. Zaynullina ON, Pechkurov DV, Lyamin AV, Khismatullina ZR. Treatment of intestinal dysbiosis as a part of comprehensive therapy for atopic dermatitis in children. *Vopr. prakt. pediatri*. (Clinical Practice in Pediatrics). 2019;14(2):81-86. DOI: 10.20953/1817-7646-2019-2-81-86 (In Russian).
36. Zaynullina ON, Pechkurov DV, Lyamin AV, Khismatullina ZR. Characterization of the main biotopes microbiome in children with atopic dermatitis. *Pediatria n.a. G.N.Speransky*. 2020;99(2):74-80. DOI: 10.24110/0031-403X-2020-99-2-74-80 (In Russian).
37. Zhestkov AV, Lyamin AV, Pobezhimova OO. Evaluation of the culturoma of the discharge of the upper respiratory tract and the contents of the colon in patients with atopic dermatitis. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2022;15(1):17-25. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(1).17-25 (In Russian).
38. Kaganova MA, Spiridonova NV, Kazakova AV, Devyatova OO, Galkina DA, Golovina ON. Features of the cervical canal microbiota in prenatal amniorrhea and full-term pregnancy. *Akusherstvo i Ginekologiya / Obstetrics and Gynecology*. 2019;5:77-84. DOI: 10.18565/aig.2019.5.77-84 (In Russian).
39. Perepelitsa SA. Mikrobiologicheskii monitoring materi i rebenka v blizhaishem poslerodovom periode. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2021;23(S1):32-33. (In Russian).
40. Shmylenko VA, Bondarenko AP, Trotsenko OE, Pshenichnaya NYu, Gromova TV. Bacterial microbiota of respiratory tract isolated during initial and follow-up examination of patients suffering from community acquired pneumonia during covid-19 pandemic (december 2020 – march 2021) in the Khabarovsk city. *Problems in Medical Mycology*. 2021;23(2):165. (In Russian).
41. Trotsenko OE, Bondarenko AP, Shmylenko VA, Bazykina EA, Pshenichnaya NYu, Zaitseva TA, et al. Characteristics of respiratory tract bacterial microflora detected in patients suffering from community-acquired pneumonia during continuing spread of the new coronavirus infection in Khabarovsk city (december 2020 – march 2021). *Russian Journal of Infection and Immunity = Infektsiya i immunitet*. 2022;12(4):713-725. DOI: 10.15789/2220-7619-COR-1839 (In Russian).
42. Eremenko YuE, Talankina AS, Titov LP, Sidelova SI, Shestakova EV, Nosova ES. Chronic rhinosinusitis: microbial landscape and biofilm forming ability. *Otorhinolaryngology. Eastern Europe*. 2019;9(4):427-435. (In Russian).
43. Auezov AS, Chingisova LT, Rakisheva AS, Bismilda VL, Nurbaeva KZh, Shamurova ZM. Nature of non-specific microflora in patients with tuberculosis. *Phthisiopulmonology*. 2021;2:32-36. (In Russian).
44. Krasovskiy SA, Amelina EL, Kondrat'eva EI, Shaginyan IA, Chernukha MYu, Chernyak AV, et al. Lower respiratory infection in patients with cystic fibrosis in Russian Federation according to the National Register, 2014. *Pulmonologiya*. 2016;26(4):421-435. DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-4-421-435 (In Russian).
45. Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Kutsev SI, Avdeev SN, Polevichenko EV, Belevskiy AS, et al. Modern Approaches in Management of Children with Cystic fibrosis. *Pediatric pharmacology*. 2022;19(2):153-195. DOI: 10.15690/pf.v19i2.2417 (In Russian).
46. Ketsko YuL, Petrovskaya EV, Lyamin AV. The effectiveness of the use of antibiotic treatment of different groups of the severity of patients with viral and bacterial pneumonia in the post-pandemic period and the pandemic year 2009/2011. *Tol'yattinskii meditsinskii konsilium*. 2015;3-4:25-29. (In Russian).
47. Shabunin AV, Tavobilov MM. Selection of decompression bile ducts in the treatment of patients with obstructive jaundice of tumor genesis. *I.P.Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2016;24(1):68-74. (In Russian).
48. Tretyakova NA, Sukhanin VS, Vdovushkina TA. Spondylitis as a complication of urosepsis and infective endocarditis (case report). *RMJ*. 2020;28(8):37-40. (In Russian).
49. Volynchik EP, Bolshakov LV, Balakirev EM, Bogomolova NS. The prophylaxis and treatment to infectious complications caused by nosoco-mial flora after kidney transplantation from living related donor. *Transplantologiya*. 2011;(2-3):63-68. DOI: 10.23873/2074-0506-2011-0-2-3-63-68 (In Russian).
50. Volynchik EP, Bolshakov LV, Bogomolova NS, Balakirev EM. Complications in the immediate and early postoperative period following kidney transplantation from related donor. *Transplantologiya*. 2013;1:18-24. (In Russian).
51. Korobova AG, Klyasova GA, Okhmat VA, Kravchenko SK, Parovichnikova EN, Savchenko VG. Intestinal colonization with extended-spectrum β -lactamase producing enterobacteriaceae in patients with acute myeloid leukaemia and lymphoma. *Russian Journal of Hematology and Transfusiology*. 2017;62(3):116-123. DOI: 10.18821/0234-5730-2017-62-3-116-123 (In Russian).
52. Bhatt P, Tandel K, Das NK, Rath KR. New Delhi metallo- β -lactamase producing extensively drug-resistant *Raoultella ornithinolytica* isolated from drain fluid following Whipple's pancreaticoduodenectomy. *Med J Armed Forces India*. 2015 Dec;71(Suppl 2):S609-11. DOI: 10.1016/j.mjafi.2015.01.005
53. Chun S, Yun JW, Huh HJ, Lee NY. Clinical characteristics of *Raoultella ornithinolytica* bacteremia. *Infection*. 2015 Feb;43(1):59-64. DOI: 10.1007/s15010-014-0696-z
54. Doherty G, Kreinices J, Souza F, Kim DE. Chronic cholecystitis from *Raoultella planticola* infection associated with adenomyomatous hyperplasia. *J Surg Case Rep*. 2022 Nov 28;2022(11):rjac529. DOI: 10.1093/jscr/rjac529
55. Hajjar R, Schwenter F, Su SH, Gasse MC, Sebahang H. Community-acquired infection to *Raoultella ornithinolytica* presenting as appendicitis and shock in a healthy individual. *J Surg Case Rep*. 2018 May 15;2018(5):rjy097. DOI: 10.1093/jscr/rjy097
56. Bondarenko AP, Bydatsirenova LV, Ignatyeva ME, Shmylenko VA, Trotsenko OE, Dyatlov IA. Clustered cases of polyetiological bacterial food poisoning caused by consumption of fish preserves in the Republic Sakha (Yakutia) in august of year 2018. *The Far Eastern Journal of Infectious Pathology*. 2020;39(39):85-92. (In Russian).
57. Kataeva LV, Stepanova TF, Rebeshchenko AP, Posoyuznykh OV, Khu TKhD, Le TMKh. Sravnitel'naya kharakteristika mikrobiotsenoza slizistyk zeva i pryamoi kishki patsientov Natsional'nogo gosptalya pediatrii g. Kanoi, SRV. *Infektsiya i immunitet*. 2017;S:932. (In Russian).
58. Kalogeropoulos D, Asproudis C, Priavali E, Pappa C, Kalogeropoulos C, Asproudis I. A novel case of *Raoultella planticola* – associated acute dacryocystitis. *Orbit*. 2024 Feb;43(1):157-159. DOI: 10.1080/01676830.2022.2089168
59. Salih LIF, Rasheed RO, Muhammed SM. *Raoultella ornithinolytica* as a Potential Candidate for Bioremediation of Heavy Metal from Contaminated Environments. *J Microbiol Biotechnol*. 2023 Jul 28;33(7):895-908. DOI: 10.4014/jmb.2212.12045
60. Ghosh S, Sarkar B, Thongmee S. Bacteria mediated cadmium removal for wastewater treatment. *Development in Wastewater Treatment Research and Processes. Elsevier*, 2024;137-156. DOI: 10.1016/B978-0-323-99278-7.00001-8
61. Li C, Xing J, Xu Q, Cui D, Liu Y, Pang C, Li A. Biochar and microorganism assisted phytoremediation of severely molybdenum-contaminated soil: Efficacy, mechanisms and the impact of low temperatures. *J of Cleaner Production*. 2024;444:141219. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.141219

Информация о соавторе:

Кравченко Анастасия Сергеевна, студент ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России

Information about co-author:

Anastasia S. Kravchenko, student of Kemerovo State Medical University