

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-3-89-94>

Микробиологические и эпидемиологические особенности микобактериозов

И. В. Петров^{1,2}, Т. Х. Амирова^{*1}, Л. В. Петрова^{1,3},
Ф. С. Петрова¹, Э. В. Севастьянова⁴, Р. И. Валиев²

¹ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань

³ГБУ РМЭ «Республиканский противотуберкулезный диспансер», г. Йошкар-Ола

⁴ФГБНУ «ЦНИИ туберкулёза», Москва

Резюме

Актуальность. Группа нетуберкулезных микобактерий включает более 200 видов, из которых порядка 50 являются возбудителями микобактериальных инфекций, или микобактериозов, которые клинически и рентгенологически схожи с туберкулезом. Микобактериозы представляют собой мультидисциплинарную, недостаточно изученную проблему. **Цель** – обобщить современные представления о данных заболеваниях. **Заключение.** В обзоре представлена информация по основным аспектам рассмотренной проблемы: определены особенности экологии и диагностики нетуберкулезных микобактерий, описана эпидемиология данных заболеваний, установлена возможность вариативности клинических проявлений микобактериозов, в т. ч. среди иммунокомпрометированных лиц и на примере инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Особое внимание уделено возрастающей необходимости разработки нормативно-правовых документов, касающихся профилактики, диагностики и лечения инфекций, вызываемых нетуберкулезными микобактериями.

Ключевые слова: нетуберкулезные микобактерии, микобактериозы, эпидемиология, лабораторная диагностика
Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Петров И. В., Амирова Т. Х., Петрова Л. В. и др. Микробиологические и эпидемиологические особенности микобактериозов. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2020;19(3):89–94. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-3-89-94>.

Microbiological and Epidemiological Features of Mycobacteriosis

IV Petrov^{1,2}, TKh Amirova^{**1}, LV Petrova^{1,3}, FS Petrova¹, EV Sevastyanova⁴, RI Valiev²

¹Mari State University, Yoshkar-Ola

²Kazan Medical University

³Republican TB Dispensary, Yoshkar-Ola

⁴Central research Institute of tuberculosis, Moscow

Abstract

Relevance. The group of non-tuberculous mycobacteria includes more than 200 species, of which about 50 are causative agents of mycobacterial infection or mycobacteriosis, which is clinically and radiologically similar to tuberculosis. Mycobacteriosis is a multi-disciplinary, insufficiently studied, problem. **The purpose of the article** is to summarize modern ideas about this disease. **Conclusion.** The review provides information on the main aspects of the considered problem: the environmental features and diagnostics of non-tuberculous mycobacteria are determined, the epidemiology of this disease is described, the possibility of the variability of the clinical manifestations of mycobacteriosis, including among immunocompromised patients and the example of infection associated with the provision of medical care. Particular attention is paid to the growing need to develop regulatory documents regarding the prevention, diagnosis, and treatment of infections caused by non-tuberculous mycobacteria in the Russian Federation.

Keywords: non-tuberculosis mycobacteria, mycobacteriosis, epidemiology, laboratory diagnostics

No conflict of interest to declare.

For citation: Petrov IV, TKh Amirova, LV Petrova et al. Microbiological and Epidemiological Features of Mycobacteriosis. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2020;19(3):89–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-3-89-94>.

* Для переписки: Амирова Танзила Хафизовна, к. м. н., доцент кафедры фундаментальной медицины. Марийского государственного университета. 424000, РМЭ, г. Йошкар-Ола, площадь Ленина, д. 1. +7-902-433-71-41, tanzilya.amirova.85@mail.ru. ©Петров И. В. и др.

** For correspondence: Amirova Tanzila Hafizovna, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at Department of Fundamental Medicine of Mari State University, 1 Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Republic of Mari El. +7-902-433-71-41, tanzilya.amirova.85@mail.ru. ©Petrov IV et al.

Нетуберкулезные микобактерии (НТМБ, атипичные микобактерии) повсеместно распространены в окружающей среде и рассматриваются как сапрофиты или условно-патогенные, относящиеся к группе грамположительных, кислотоустойчивых, неспорообразующих бактерий, представителей рода *Mycobacterium*. В настоящее время в группу НТМБ входят более 200 видов, из которых около 50 являются возбудителями микобактериозов, клинически и рентгенологически схожих с туберкулезом [1–3].

Наиболее подробно описаны пять комплексов НТМБ: *M. avium* complex (*M. avium*, *M. intracellulare*, *M. scrofulaceum*); *M. fortuitum* complex (*M. fortuitum*, *M. chelonae*); *M. terrae* complex (*M. terrae*, *M. triviale*, *M. nonchromogenicum*); *M. mucogenicum-phocaicum* complex; *M. intracellularechimaera* complex [4–6].

Цель настоящей работы – обобщить и проанализировать представленные в отечественной и зарубежной литературе данные об эпидемиологии, диагностике и некоторых клинических проявлениях микобактериозов, а также гигиенических особенностях и экологии НТМБ.

В представленном обзоре были использованы публикации текстовой базы медицинских данных PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), материалы из научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>), библиотечных фондов Марийского государственного университета и Казанского государственного медицинского университета за 1996–2019 гг.

Экология НТМБ

Атипичные микобактерии (Environmental mycobacteria – англ. яз., термин ввел М. Pinner, 1935) широко распространены в окружающей среде (вода, почва, антропогенные сооружения и т.д.).

Финские исследователи указывают, что наличие НТМБ в водопроводной системе является гигиенической проблемой: в коммунальных водопроводных системах часто обнаруживаются микобактерии из данной группы, и в большинстве случаев они представлены *M. lentiflavum*, *M. tuberculosis*, *M. gordonae*. Водопроводная вода подвергается воздействию дезинфектантов, которые формируют устойчивость НТМБ к хлорсодержащим средствам. Человеческая деятельность изменяет экологию НТМБ, способствуя выживаемости наиболее устойчивых микобактерий. Отмечено, что в окружающей среде происходит смена штаммов с *M. scrofulaceum* на *M. avium*, причем последние отличаются способностью вызывать цервикальные лимфадениты у детей [7].

Таким образом, инфицированная водопроводная вода может рассматриваться как возможный фактор передачи возбудителя микобактериоза.

Пути и факторы передачи микобактериозов

Установлено, что в основном НТМБ попадают в организм человека аспирационным путем,

а именно при вдыхании аэрозолей, образующихся над верхними слоями почвы, естественными и искусственными водоемами. Однако исследователи отмечают, что возможность заболеваний микобактериозами зависит не только от внешних факторов окружающей среды, которая может содержать повышенную концентрацию данных бактерий, но и от наличия иммунокомпрометированных или иных предрасполагающих состояний, вследствие чего микобактериозы характеризуют как оппортунистические инфекции [8–10].

Исследователи приходят к выводу, что передача микобактериальной инфекции от человека к человеку маловероятна. Однако данный вопрос требует углубленной оценки ввиду разновидности группы НТМБ [11–14].

Эпидемиология микобактериозов

В Российской Федерации отсутствуют нормативные, правовые и методические документы, которые бы регулировали и определяли порядок организационных, профилактических, диагностических и лечебных мероприятий при инфекции, вызываемой НТМБ. Данный факт затрудняет проведение адекватной оценки эпидемиологической ситуации по микобактериозам [15,16].

Однако ряд отечественных специалистов смогли описать эпидемиологическую обстановку в ряде регионов РФ по НТМБ в 2011–2017 гг. Так, установлено, что наиболее распространенными НТМБ являются виды, которые принадлежат к комплексу *M. avium* (MAC) (38,24%), при этом в 0,41% (3 случая) случаев это смешанная культура *M. avium* и *M. intracellulare* (Московский регион) и в 0,14% (1 случай) – *M. avium* и *M. kansasii* (г. Ростов-на-Дону). Встречаемость комплекса MAC среди медленно-растущих НТМБ составила 49,29%, однако стоит отметить некоторые выявленные региональные особенности. Так, комплекс MAC среди медленно-растущих НТМБ преобладал в Центральном федеральном округе, г. Калининграде, европейской части Приволжского федерального округа, а также г. Оренбурге. В г. Ростове-на-Дону и г. Перми комплекс MAC встречался примерно на одном уровне с *M. gordonae*. Отдельно хочется отметить г. Ханты-Мансийск, где комплекс MAC обнаруживался реже, чем *M. gordonae*, и в то же время в комплексе преобладали *M. intracellulare*, а не *M. avium*. Отмечаются в ряде регионов и другие отличия, не касающиеся MAC. Так, в г. Сыктывкаре отсутствует *M. kansasii*, в Московском регионе отмечена высокая распространенность *M. xenopi*. Последний вид не встречается или обнаруживается единично в г. Ростове-на-Дону, в Северо-Западном федеральном округе, г. Екатеринбурге, ряде субъектов европейской части Приволжского федерального округа. Установлено, что *M. lentiflavum* является микрофлорой дыхательных путей при суммарной встречаемости 9,08%. Особенно часто этот вид отмечался в Московском регионе, а в г. Сыктывкаре

является преобладающим представителем НТМБ. При характеристике эпидемиологической обстановки, связанной с быстрорастущими НТМБ, отмечено, что превалирует вид *M. fortuitum* (40,49% от общего числа быстрорастущих НТМБ, кроме Московского региона) [17].

Что касается зарубежных данных, то в США, например, показатель распространенности микобактериозов составляет 1,8 на 100 тыс. населения, при этом около 60% из них вызываются *M. avium complex* (MAC). Кроме того, в литературе есть данные, указывающие на рост заболеваемости микобактериозами в ряде стран западной Европы (Великобритания, Нидерланды, Дания, Испания), а также в Японии и Бразилии [18].

Несмотря на то, что НТМБ рассматриваются как условно-патогенные бактерии, во всем мире растет заболеваемость микобактериозами в силу нарушения санитарно-эпидемиологических норм, ухудшения эколого-гигиенической обстановки, а также снижения иммунологической реактивности популяции человека.

Лабораторная диагностика НТМБ

В настоящее время при диагностике микобактериозов используются три основных метода – культуральный, микроскопия биологического материала на кислотоустойчивые микроорганизмы и молекулярно-генетический. Так, специалисты фтизиатрической службы Республики Марий Эл (РМЭ) занимаются идентификацией микобактериозов с 1990-х гг. В Республиканском противотуберкулезном диспансере РМЭ выявление микобактерий проводят с использованием стандартных методов: люминесцентной микроскопии; культурального на плотных и жидкой питательных средах, полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) (Синтол, Россия). Первичную идентификацию выделенных культур осуществляют с помощью иммунохроматографического теста (ID-test TB Ag MPT64 Rapid; Standard Diagnostics, Корея и ID-test BD MGIT™ TBc Identification Test, США) и микроскопического исследования препаратов культур с окраской по Цилю-Нильсену. Видовую идентификацию микобактерий осуществляют с использованием молекулярного метода, основанного на множественной обратной гибридизации с ДНК-зондами: тест-системы для идентификации НТМБ GenoType® Mycobacterium CM/AS (Hain Lifescience, Германия) [19,20].

При этом наиболее распространенным методом диагностики микобактериозов остается культуральный, при котором необходимо учитывать имеющиеся отличия условий культивирования группы НТМБ от микобактерий туберкулеза [21–24].

Ввиду широкой распространенности НТМБ в окружающей среде, в том числе в условиях медицинской организации, существует проблема корректной диагностики микобактериозов в бактериологической лаборатории. При бактериологическом лабораторном

исследовании культуры НТМБ имеется риск, что полученный положительный результат может свидетельствовать не только о наличии патологического процесса, но также и о возможной контаминации образца из внешней среды или бессимптомной колонизации органов и систем больного. Этот вопрос требует решения для обеспечения противоэпидемического режима в бактериологических лабораториях путем включения исследований на НТМБ при проведении микробиологического мониторинга объектов лабораторий [25].

Сложность в лабораторной диагностике микобактериозов связана с неоднородностью микобактерий и разделением НТМБ на группы в зависимости от скорости роста на питательных средах и пигментообразования. В исследовании, проведенном в Сибирском федеральном округе (СФО) в 2014–2015 гг., установлено, что НТМБ, выделенные от пациентов противотуберкулезных организаций СФО, характеризуются одинаковой частотой медленно и быстро растущих НТМБ. Однако при этом стоит отметить, что за исследованный период доля медленно растущих НТМБ выросла в 4,2 раза в сравнении с данными 2013–2014 гг. Авторы отметили, что на территории Российской Федерации врачи фтизиатрической службы регистрируют только данные о частоте выделения изолятов НТМБ в общей структуре культуральной диагностики туберкулезной инфекции. К тому же авторы проведенного исследования указали, что в 2014 г. доля высеваемости НТМБ составила 1,5% в противотуберкулезных организациях СФО. Исследователи обратили внимание на необходимость и важность применения методов идентификации микобактерий на этапе первичного выделения культуры [26]. Данный этап особенно важен для оперативного назначения адекватной терапии.

Микобактериозы как инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи

Отдельный вопрос представляет вероятность инфицирования НТМБ в условиях медицинской организации. Раны могут рассматриваться как возможные входные ворота для микобактериальной инфекции в организм пациента и поражения костей и суставов [27,28].

Имеются данные о рисках, связанных с проведением инъекций, а также при использовании инфицированных дезинфицирующих растворов. Известны случаи вспышек микобактериозов, связанные с оказанием медицинской помощи в результате использования воды для диализа и дистиллированной воды, которые были контаминированы НТМБ [29,30].

Описана связь между возникновением микобактериальной инфекции и проведением хирургических вмешательств (например, стернотомия, пластическая хирургия), липосакции, длительным использованием внутривенных катетеров, применением тимпаностомических трубок в среднем ухе [31–33].

Данные факты позволяют сделать вывод, что микобактериозы могут рассматриваться как инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, а инфицированные НТМБ растворы, используемые при медицинских вмешательствах, как фактор передачи НТМБ. Данная проблема требует более углубленных исследований с учетом возрастающих требований к инфекционной безопасности в условиях медицинской организации и минимизации различных эпидемиологических рисков.

Некоторые клинические проявления микобактериозов

Установлено, что НТМБ способны поражать различные органы и системы человеческого организма. Например, в патологический процесс могут быть вовлечены легкие. В таком случае отмечается, что у пациентов с ВИЧ-отрицательным статусом микобактериозы неотличимы от туберкулеза и характеризуются медленным прогрессированием. У пациентов с ВИЧ-положительным статусом рентгенографическая картина может быть как нормальная, без патологий, или возможно выявление медиастинальной лимфаденопатии, а также у иммунокомпromетированных пациентов микобактериозы могут быстро прогрессировать. Стоит отметить, что приверженность пациентов с ВИЧ-инфекцией к высокоактивной антиретровирусной терапии снижает частоту микобактериозов легких. При развитии данной инфекционной патологии с вовлечением лимфатической системы отмечено, что обычно НТМБ поражают шейные лимфатические узлы [8,34].

При микобактериозе кожи и мягких тканей возникают гранулематозные поражения. Микобактериозы костей и суставов зачастую провоцируются различными травмами и ведут нередко к развитию остеомиелита. Отдельное внимание уделяется возможности развития диссеминированной микобактериальной инфекции, особенно среди иммунокомпromетированных лиц [35].

Микобактериозы у иммунокомпromетированных пациентов

Микобактериозы распространяются среди иммунокомпетентных лиц и довольно широко – среди ВИЧ-инфицированных [36,37].

Кроме того, в группы риска по заболеванию микобактериозами, вызванным НТМБ, включены больные туберкулезом. Данную сочетанную инфекцию (микст-инфекцию) достаточно сложно идентифицировать имеющимися в практике методами диагностики. Как известно, в инфекционном процессе, вызванном условно-патогенными микроорганизмами, значимую роль играет снижение общей резистентности и иммунной защиты организма, причинами которой являются преклонный

возраст индивида, лейкозы, пациенты, постоянно принимающие кортикостероиды, иммунодепрессанты и антибиотики [24,38,39].

Говоря о снижении иммунологической реактивности в российской популяции, стоит привести в качестве примера Оренбургскую область. В данном субъекте РФ среди ВИЧ-отрицательных лиц микобактериозы вызваны *M. aviumcomplex*, *M. xenopi*, *M. gordonae*, тогда как у ВИЧ-инфицированных среди случаев микобактериоза в большинстве случаев (около 75%) выделяется *M. avium* [40,41].

В другом российском регионе, в Якутии, у пациентов были идентифицированы НТМБ *M. scrofulaceum*, и *M. fortuitum*. Также было установлено, что у некоторых из них одновременно персистировали возбудители туберкулеза и комплекс *M. avium-intracellulare*. Однако у обследуемых лиц не уточнено наличие или отсутствие ВИЧ-инфекции [42].

В настоящее время исследования по выявлению микобактериозов среди ВИЧ-инфицированных проводятся и в Республике Марий Эл (РМЭ) [43]. За период регистрации ВИЧ-инфекции на территории РМЭ с 1990 г. по 2017 г. было выявлено 3 случая микобактериоза, ассоциированного с ВИЧ-инфекцией, из них 1 случай – микст-инфекции (ВИЧ-ассоциированный туберкулезный процесс и микобактериоз). Во всех трех случаях обнаружены *M. avium*. ВИЧ-инфицированные с микобактериозом имели различные показатели CD4 лимфоцитов (1 кл/мкл, 30 кл/мкл, 399 кл/мкл), что в целом соответствует литературным данным [24], кроме третьего значения клинико-лабораторного показателя (при уровне CD4 лимфоцитов 399 кл/мкл у ВИЧ-инфицированного пациента был установлен случай микст-инфекции – ВИЧ-ассоциированный туберкулез и микобактериозы) [25].

Заключение

Анализ литературных данных показал, что НТМБ широко распространены в окружающей среде. Инфицировать организм человека возбудители микобактериозов могут различными путями (через воздух, раневые поверхности и т.д.).

Реальная эпидемиологическая ситуация по микобактериальной инфекции в РФ остается неясной по причине отсутствия нормативно-правовых документов (диагностические, в т.ч. лабораторные, профилактические и клинические рекомендации, формы федерального статистического наблюдения и т.д.).

Микобактериозы могут рассматриваться как инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, что требует углубленной оценки ситуации (критерии микробиологического мониторинга объектов медицинской организации, проблема устойчивости к дезинфектантам и т.д.).

Литература

1. Daley CL, Griffith DE. Pulmonary non-tuberculous mycobacterial infections. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. 2010;14(6):665–671.
2. Griffith D, Akshamit T, Brown-Elliott B, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of non-tuberculosis mycobacterial diseases. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2007;175(4):367–416.
3. *Mycobacterium avium complex infection: progress, research, and treatment*. Ed.: Korvick JA, Benson CA. New York: Dekker. 1996.
4. Долгова В. В., Меньшикова В. В. Клиническая лабораторная диагностика: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
5. Эргешов А. Э., Шмелев Е. И., Ковалевская М. Н. и др. Нетуберкулезные микобактерии у пациентов с заболеваниями органов дыхания (клинико-лабораторное исследование). *Пульмонология*. 2016;26(3):303–308.
6. Adekambi T, Berger P, Raoult D, et al. RpoB gene sequence-based characterization of emerging non-tuberculous mycobacteria with descriptions of *Mycobacterium bolletii* sp. nov., *Mycobacterium phocaicum* sp. nov. and *Mycobacterium aubagnense* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2006;56:133–143.
7. Адамбекова А. Д. Нетуберкулезные микобактерии и их классификация. *Известия ВУЗов Кыргызстана*. 2010;7:43–46.
8. Heifets L. Mycobacterial infections caused by nontuberculous mycobacteria. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004;25(3):283–295.
9. Marras T, Daley C. Epidemiology of human pulmonary infection with nontuberculous mycobacteria. *Journal Clinics in Chest Medicine*. 2002;23(3):553–567.
10. Tortoli E, Rindi L, Garcia MJ, et al. Proposal to elevate the genetic variant MAC-A, included in the *Mycobacterium avium* complex, to species rank as *Mycobacterium chimaera* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2004;54:1277–1285.
11. Гунтупова Л. Д., Борисов С. Е., Соловьева И. П. и др. Микобактериозы во фтизиопульмонологической практике: обзор литературы и собственный опыт. *Практическая медицина*. 2011; 3 (51): 39–50.
12. Billinger ME, Olivier KN, Viboud C, et al. Nontuberculous mycobacteria-associated lung disease in hospitalized persons, United States, 1998–2005. *Emerging Infectious Diseases*. 2009;15:1562–1569.
13. Good RC. From the Center for Disease Control. Isolation of nontuberculous mycobacteria in the United States 1979. *The Journal of Infectious Diseases*. 1980;142:779–783.
14. Matos ED, Santana MA, de Santana MC, et al. Nontuberculosis mycobacteria at a multiresistant tuberculosis reference center in Bahia. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 2004;8:296–304.
15. Руководство по медицинской микробиологии. Книга III. Том второй. Оппортунистические инфекции: клинико-эпидемиологические аспекты. Оттмен Т. Ф., Лабинская А. С., Волгина Е. Г., Ковалева Е. П., ред. М.: Бином. 2014.
16. Эргешов А. Э., Шмелев Е. И., Ковалевская М. Н. и др. Выявление нетуберкулезных микобактерий у больных туберкулезом органов дыхания и хроническими заболеваниями бронхо-легочной системы. В сб.: Международное научно-практическое конференции «Актуальные проблемы медицины в России и за рубежом» 10 февраля 2016. Новосибирск. 2016.
17. Смирнова Т. Г., Андреевская С. Н., Ларионова Е. Е. и др. Мониторинг видового разнообразия нетуберкулезных микобактерий в ряде областей РФ с использованием ДНК-стрипов GenoType *Mycobacterium CM/AS* (Hain Lifescience, Германия). *Туберкулез и болезни лёгких*. 2017;95(5):54–59.
18. Фоменкова Н. В., Леонова О. Н., Виноградова Т. Н. и др. Атипичный микобактериоз – оппортунистическое заболевание у больных с ВИЧ-инфекцией. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2011;3:52–57.
19. Соломай Т. В. Эпидемиологические особенности микобактериозов, вызванных нетуберкулезными микобактериями. *Санитарный врач*. 2015;3:30.
20. Petrov IV, Novikova MO, Almukhametov AA, et al. Comparative characteristic of cases of mycobacteriosis and tuberculosis among HIV-infected patients. *Helix*, 2018;8(1):2988–2991.
21. Лямин А. В., Исматуллин Д. Д. Микобактериозы: особенности эпидемиологии и лабораторной диагностики. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2016;5–6:204–208.
22. Лямин А. В., Жестков А. В., Исматуллин Д. Д. и др. Лабораторная диагностика микобактериозов. *Вестник современной клинической медицины*. 2017;10(1):29–35.
23. Chan ED, Kaminska AM, Gill W, et al. Alpha-1-antitrypsin (AAT) anomalies are associated with lung disease due to rapidly growing mycobacteria and AAT inhibits *Mycobacterium abscessus* infection of macrophages. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*. 2007;39:690–696.
24. Harmsen D, Dostal S, Roth A. RANDOM: Comprehensive and public sequence database for identification of *Mycobacterium* species. *BMC Infectious Diseases*. 2003;3:26.
25. Альварес Фигероа М. В., Зюзя Ю. Р., Прокопенко А. В. и др. Диагностика сочетания туберкулеза и микобактериоза при ВИЧ-инфекции. *Туберкулез и социально-значимые заболевания*. 2015;4:50–58.
26. Алюховик О. И., Дымова М. А., Чердниченко А. Г. Распространенность нетуберкулезных микобактерий в Сибири. В сб.: Российско-китайская научно-практическая конференция по медицинской микробиологии и клинической микологии (XIX Кашкинские чтения) «Проблемы медицинской микологии»; 14–16 июня 2016. Санкт-Петербург; 2016.
27. Литвинов В. И., Макарова М. В., Краснова М. А. Нетуберкулезные микобактерии и микобактериозы. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2011; 6:4–10.
28. Литвинов В. И. Нетуберкулезные микобактерии в «неживой и живой природе», заражение человека. *Туберкулез и социально-значимые заболевания*. 2015; 2:28–33.
29. Falkinham J. Nontuberculous mycobacteria in the environment. *Journal Clinics in Chest Medicine*. 2002;23:529–551.
30. Falkinham J. Mycobacterial aerosols and respiratory disease. *Emerging Infectious Diseases*. 2003;9:763–767.
31. Макарова М. В. Нетуберкулезные микобактерии: классификация, эпидемиология, патология у людей и животных, лабораторная диагностика. *Проблемы туберкулеза*. 2007;10:7–17.
32. Оттмен Т. Ф., Васильев А. В. Микобактериоз. СПб.: Медицинская пресса. 2005.
33. Falkinham J. Ecology of nontuberculous mycobacteria – where do human infections come from? *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013;34(1):95–102.
34. Thomson R. Changing epidemiology of pulmonary nontuberculous mycobacteria infections. *Emerging Infectious Diseases*. 2010;16(10):1576–1583.
35. Tortoli E. Clinical manifestations of nontuberculous mycobacteria infections. *Clinical Microbiology and Infection*. 2009;15 (10):906–910.
36. Вишневский Б. И., Манчуева О. А., Щеголева Р. А. и др. (Памяти Татьяны Фердинандовны Оттмен). Вирулентность потенциально патогенных нетуберкулезных микобактерий. *Медицинский альянс*. 2015;4:5–14.
37. Orme IM, Ordwa DJ. Host response to nontuberculous mycobacterial infections of current clinical importance. *Infection and Immunity*. 2014;82(9):3516–3522.
38. Вирус иммунодефицита человека: руководство для врачей. Пантелеев А. М., Беляков Н. А., Рахманова А. Г., ред. СПб.: Балтийский медицинский образовательный центр. 2010.
39. Прокопенко Ю. Г., Ерохин В. В., Зюзя Ю. Р. и др. Патоморфологические изменения в легких при туберкулезе у умерших от ВИЧ-инфекции в стадии СПИДа. *Архив патологии*. 2007;3:26–28.
40. Михайловский А. М., Чуркин С. А., Пашкова Н. А. и др. Первый случай посмертной диагностики генерализованного нетуберкулезного микобактериоза у больной на поздней стадии ВИЧ-инфекции в Оренбургской области. *Вестник современной клинической медицины*. 2016;9(5):88–93.
41. Михайловский А. М., Чуркин С. А., Пашкова Н. А. и др. Частота выявления и особенности морфологии нетуберкулезного микобактериоза у больных на поздней стадии ВИЧ-инфекции (по данным Оренбургской области). *Туберкулез и болезни легких*. 2016;94(12):57–61.
42. Прокопьева Н. И., Протодяконова Г. П., Павлов Н. Г. и др. Нетуберкулезные (атипичные) микобактерии, выделенные от животных и людей. *Аграрный вестник Урала*. 2011;5:29–30.
43. Петрова Л. В., Меньшикова Е. И., Соловьев Ю. А. и др. Выявление нетуберкулезных микобактерий в Республике Марий Эл. *Туберкулез и болезни легких*. 2018;96(2):41–46.

References

1. Daley CL, Griffith DE. Pulmonary non-tuberculous mycobacterial infections. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. 2010;14(6):665–671.
2. Griffith D, Akshamit T, Brown-Elliott B, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of non-tuberculosis mycobacterial diseases. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2007;175(4):367–416.
3. *Mycobacterium avium complex infection: progress, research, and treatment*. Ed.: Korvick JA, Benson CA. New York: Dekker. 1996.
4. Dolgov VV, Menshikov VV. Laboratory diagnostics: national leadership. Moscow. GEOTAR-Media; 2013. (In Russ.).
5. Ergeshov AE, Shmelev EI, Kovalevskaya MN, et al. Non-tuberculosis mycobacteria in patients with respiratory diseases (clinical and laboratory research). *Bullet monologue*. 2016;26(3):303–308. (In Russ.).
6. Adekambi T, Berger P, Raoult D, et al. RpoB gene sequence-based characterization of emerging non-tuberculous mycobacteria with descriptions of *Mycobacterium bolletii* sp. nov., *Mycobacterium phocaicum* sp. nov. and *Mycobacterium aubagnense* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2006;56:133–143.
7. Adambekova AD. Non-tuberculosis mycobacteria and their classification. *Proceedings Of The Universities Of Kyrgyzstan*. 2010;7:43–46. (In Russ.).
8. Heifets L. Mycobacterial infections caused by nontuberculous mycobacteria. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004;25(3):283–295.
9. Marras T, Daley C. Epidemiology of human pulmonary infection with nontuberculous mycobacteria. *Journal Clinics in Chest Medicine*. 2002;23(3):553–567.
10. Tortoli E, Rindi L, Garcia MJ, et al. Proposal to elevate the genetic variant MAC-A, included in the *Mycobacterium avium* complex, to species rank as *Mycobacterium chimaera* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2004;54:1277–1285.

11. Guntupova LD, Borisov SE, Solovyeva IP, et al. Mycobacteriosis in pulmonology practice: a literature review and own experience. *Practical medicine*. 2011;3(51):39–50. (In Russ.).
12. Billinger ME, Olivier KN, Viboud C, et al. Nontuberculous mycobacteria-associated lung disease in hospitalized persons, United States, 1998–2005. *Emerging Infectious Diseases*. 2009;15:1562–1569.
13. Good RC. From the Center for Disease Control. Isolation of nontuberculous mycobacteria in the United States 1979. *The Journal of Infectious Diseases*. 1980;142:779–783.
14. Matos ED, Santana MA, de Santana MC, et al. Nontuberculosis mycobacteria at a multiresistant tuberculosis reference center in Bahia. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 2004;8:296–304.
15. Manual of medical Microbiology. Book III. Volume two. Opportunistic infections: clinical and epidemiological aspects. Ed.: Otten TF, Labinsky AS, Volgina EG, Kovaleva EP. Moscow. Binom. 2014. (In Russ.).
16. Ergeshov AE, Shmelev EI, Kovalevskaya MN, et al. Detection of non-tuberculosis myco-bacteria in patients with tuberculosis of the respiratory system and chronic diseases of the bronchopulmonary system. In sat.: International scientific and practical conference «Actual problems of medicine in Russia and abroad» February 10, 2016. Novosibirsk. 2016. (In Russ.).
17. Smirnova TG, Andrew SN, Larionov EA, et al. Monitoring of species diversity of nontuberculous mycobacteria in a number of regions of the Russian Federation with the use of DNA strips GenoType Mycobacterium CM/AS (Hain Lifescience, Germany). *Tuberculosis and lung disease*. 2017;95(5):54–59. (In Russ.).
18. Fomenkova NV, Leonova ON, Vinogradova TN, et al. Atypical mycobacteriosis is an opportunistic disease in patients with HIV infection. *Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2011; 3: 52–57. (In Russ.).
19. Salomi T. V. Epidemiological features of mycobacteriosis caused by Neuber-kolesniki mycobacteria. *Sanitary doctor*. 2015; 3:30. (In Russ.).
20. Petrov IV, Novikova MO, Almukhametov AA, et al. Comparative characteristic of cases of mycobacteriosis and tuberculosis among HIV-infected patients. *Helix*, 2018;8(1):2988–2991.
21. Lyamin AV, Hismatullin DD. Mycobacteriosis: peculiarities of epidemiology and laboratory diagnostics. *Post-graduate Bulletin of the Volga region*. 2016;5–6:204–208. (In Russ.).
22. Lyamin AV, Zhestkov AV, Hismatullin DD, et al. Laboratory diagnosis of mycobacteriosis. *Bulletin of modern clinical medicine*. 2017;10(1):29–35. (In Russ.).
23. Chan ED, Kaminska AM, Gill W, et al. Alpha-1-antitrypsin (AAT) anomalies are associated with lung disease due to rapidly growing mycobacteria and AAT inhibits Mycobacterium abscessus infection of macrophages. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*. 2007;39:690–696.
24. Harmsen D, Dostal S, Roth A. RANDOM: Comprehensive and public sequence database for identification of Mycobacterium species. *BMC Infectious Diseases*. 2003;3:26.
25. Alvarez Figueroa MV, Zyuzya YuR, Prokopenko AV, et al. Diagnosis of a combination of tuberculosis and mycobacteriosis in HIV infection. *Tuberculosis and socially significant diseases*. 2015;4:50–58. (In Russ.).
26. Alkhovik OI, Dymova MA, Cherednichenko AG. Prevalence of non-tuberculosis mycobacteria in Siberia. In sat.: Russian-Chinese scientific and practical conference on medical Microbiology and clinical Mycology (XIX Kashkin readings) «Problems of medical Mycology»; June 14–16, 2016. St. Petersburg; 2016. (In Russ.).
27. Litvinov VI, Makarova MV, Krasnova MA. Non-tuberculosis mycobacteria and mycobacteriosis. *Epidemiology and infectious diseases*. 2011;6:4–10. (In Russ.).
28. Litvinov VI. Non-tuberculosis mycobacteria in «inanimate and living nature», human infection. *Tuberculosis and socially significant diseases*. 2015;2:28–33. (In Russ.).
29. Falkinham J. Nontuberculous mycobacteria in the environment. *Journal Clinics in Chest Medicine*. 2002;23:529–551.
30. Falkinham J. Mycobacterial aerosols and respiratory disease. *Emerging Infectious Diseases*. 2003;9:763–767.
31. Makarova MV. Non-tuberculosis mycobacteria: classification, epidemiology, pathology in humans and animals, laboratory diagnostics. *The problem of tuberculosis*. 2007;10:7–17. (In Russ.).
32. Otten TF, Vasiliev AV. Mycobacteriosis. Spb.: Medical press. 2005. (In Russ.).
33. Falkinham J. Ecology of nontuberculous mycobacteria – where do human infections come from? *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013;34(1):95–102.
34. Thomson R. Changing epidemiology of pulmonary nontuberculous mycobacteria infections. *Emerging Infectious Diseases*. 2010;16(10):1576–1583.
35. Tortoli E. Clinical manifestations of nontuberculous mycobacteria infections. *Clinical Microbiology and Infection*. 2009;15(10):906–910.
36. Vishnevsky BI, Manicheva OA, Shchegoleva RA, et al. (in Memory of Tatyana Ferdinandovna Otten). Virulence of potentially pathogenic non-tuberculosis mycobacteria. *The copper Alliance*. 2015;4:5–14. (In Russ.).
37. Orme IM, Ordwa DJ. Host response to nontuberculous mycobacterial infections of current clinical importance. *Infection and Immunity*. 2014;82(9):3516–3522.
38. , Virus the human immunodeficiency: a guide for physicians. Ed.: Pantelev MA, Belyakova NA, Rakhmanova AG. Spb.: Baltic medical educational center. 2010. (In Russ.).
39. Parkhomenko YuG, Erokhin VV, Zyuzya YuR, et al. Pathomorphological changes in the lungs in tuberculosis in those who died of HIV infection in the AIDS stage. *Archives of pathology*. 2007;3:26–28. (In Russ.).
40. Mikhailovsky AM, Churkin SA, Pashkov NA, et al. The first case of generalized post-mortem diagnosis of nontuberculous mycobacteriosis in a patient with advanced HIV-infection in the Orenburg region. *Bulletin of modern clinical medicine*. 2016;9(5):88–93. (In Russ.).
41. Mikhailovsky A. M., Churkin, S. A., Pashkov N. A., et al. Frequency of detection and morphology of nontuberculous mycobacteriosis in patients with advanced HIV infection (according Orenburg region). *Tuberculosis and lung disease*. 2016; 94 (12): 57–61. (In Russ.).
42. Prokopenko N, Protodyakonova GP, Pavlov NG, et al. Non-Tuberculosis (atypical) mycobacteria isolated from animals and humans. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011;5:29–30. (In Russ.).
43. Petrova LV, Mel'nikova EI, Soloviev YA, et al. Identification of non-tuberculosis myco-bacteria in the Republic of Mari El. *Tuberculosis and lung disease*. 2018;96(2):41–46. (In Russ.).

Об авторах

- **Илья Владимирович Петров** – доцент в Марийском государственном университете; ассистент в Казанском государственном медицинском университете.
- **Танзиля Хафизовна Амирова** – к. м. н, доцент кафедры фундаментальной медицины Марийского государственного университета. 424000, РМЭ, г. Йошкар-Ола, площадь Ленина, д.1. +7-902-433-71-41, tanzilya.amirova.85@mail.ru.
- **Людмила Витальевна Петрова** – заведующая бактериологической лабораторией Республиканского противотуберкулезного диспансера г. Йошкар-Ола; ассистент в Марийском государственном университете.
- **Фируза Салаватовна Петрова** – специалист-эксперт отдела эпидемиологического надзора в Управлении Роспотребнадзора по Республике Татарстан; ассистент в Марийском государственном университете.
- **Элина Викторовна Севастьянова** – ведущий научный сотрудник Центрального научно-исследовательского института туберкулеза, Москва.
- **Рушан Ильгамович Валиев** – ассистент в Казанском государственном медицинском университете.

Поступила: 01.10.2019. Принята к печати: 27.05.2020.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- **Ilya V. Petrov** – Associate Professor at Mari State University, Assistant Professor at Kazan State Medical University.
- **Tanzila H. Amirova** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at Department of Fundamental Medicine of Mari State University, 1 Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Republic of Mari El. +7-902-433-71-41, tanzilya.amirova.85@mail.ru.
- **Lyudmila V. Petrova** – Head of Bacteriological Laboratory in Republican Tuberculosis Health of Mari El; Assistant Professor at Mari State University.
- **Fiрузa S. Petrova** – expert specialist of the Department of Epidemiological Surveillance Regional office of Rosпотребнадзор in the Republic of Tatarstan; Assistant Professor at Mari State University.
- **Elina V. Sevastyanova** – leading researcher at Central research Institute of tuberculosis, Moscow.
- **Rushan I. Valiev** – Assistant Professor, Kazan State Medical University.

Received: 01.10.2019. Accepted: 27.05.2020.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.