

ВИДЫ НЕТУБЕРКУЛЕЗНЫХ МИКОБАКТЕРИЙ, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

ТУРСУНОВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА, ORCID ID: 0000-0003-3051-2632; канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт туберкулеза» Минздрава России, Российская Федерация, 630040, г. Новосибирск, ул. Охотская 81А. E-mail: us-nniit@mail.ru
ГУСЕЛЬНИКОВА ЕЛЕНА ПЕТРОВНА, соискатель ученой степени канд. мед. наук, заведующий бактериологической лабораторией, врач-бактериолог ФГБУ «Новосибирского научно-исследовательского института туберкулеза» Минздрава России, Россия, Новосибирская область, 630040, город Новосибирск, ул. Охотская 81а. Тел. +79538572720. E-mail: epguselnikova@nsk-niit.ru
ГОРДЕЕВА ЕЛИЗАВЕТА ИГОРЕВНА, ORCID ID: 0000-0002-3288-5259, соискатель ученой степени кандидата биологических наук, биолог бактериологической лаборатории ФГБУ «Новосибирского научно-исследовательского института туберкулеза» Минздрава России, Россия, Новосибирская область, 630040, город Новосибирск, ул. Охотская 81а. Тел. +7 (913) 0690582. E-mail: mbttniit20@gmail.com

Реферат. Введение. Нетуберкулезные микобактерии являются повсеместными, широко распространены в почве и воде, в том числе водопроводной, аквариумах, системах горячего водоснабжения и кондиционирования. В настоящее время известно более 200 видов нетуберкулезных микобактерий, из них около 60 видов имеют доказанное клиническое значение, остальные широко распространены в окружающей среде и об их способности вызывать заболевания известно мало. **Цель.** Целью настоящего исследования было изучение видового разнообразия нетуберкулезных микобактерий, циркулирующих на территории Сибирского федерального округа. **Материалы и методы.** Для проведения исследования были выбраны два типичных региона Сибирского федерального округа – Новосибирская и Томская области. Микобактерии культивировали из образцов мокроты пациентов: 45 образцов из Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Новосибирской области «Государственной областной Новосибирской клинической туберкулезной больницы» и 106 из Областного государственного автономного учреждения здравоохранения «Томского фтизиопульмонологического медицинского центра». Идентификацию нетуберкулезных микобактерий до вида проводили с применением времяпролетной масс-спектрометрии и методом экстракцией муравьиной кислотой времяпролетной масс-спектрометрии на приборе согласно протоколу исследования. Рассчитывали экстенсивные показатели (процентное отношение числа пациентов с выявленной лекарственной устойчивостью патогена к общему числу пациентов, материал от которых был тестирован), определяли границы 95% доверительных интервалов (95% ДИ) для доли (метод Фишера). **Результаты и их обсуждение.** Среди медленно растущих видов нетуберкулезных микобактерий чаще всего встречаются микобактерии *Mycobacterium Avium complex*. Реже встречались представители *Mycobacterium simiae complex*, *Mycobacterium lentiflavum* и *Mycobacterium parascorfulaceum*. Встречались и представители *Mycobacterium terrae complex*, *Mycobacterium nonchromogenicum*. К медленно растущим микобактериям, на данный момент не сгруппированным в комплекс, относится микобактерия *Mycobacterium szulgae* и *Mycobacterium gordonae*. Среди быстрорастущих видов нетуберкулезных микобактерий преобладали представители комплекса *Mycobacterium abscessus/ Mycobacterium chelonae complex*. Реже встречались представители комплекса *Mycobacterium fortuitum complex*. **Выводы.** Впервые оценено разнообразие и выявлены доминирующие штаммы нетуберкулезных микобактерий, циркулирующих в Новосибирской и Томской областях, что дает представление об основных штаммах-мишенях, на которые должны быть направлены главные профилактические и санитарные мероприятия.

Ключевые слова: гетерогенные группы, нетуберкулезные микобактерии, Сибирский федеральный округа.

Для ссылки: Турсунова Н.В., Гусельникова Е.П., Гордеева Е.И. Виды нетуберкулезных микобактерий, циркулирующих на территории Сибирского федерального округа // Вестник современной клинической медицины. – 2024. – Т. 17, вып. 5. – С.113–118. DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(5).113-118.

NON-TUBERCULOSIS MYCOBACTERIA SPECIES CIRCULATING IN THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA

TURSUNOVA NATALYA V., ORCID ID: 0000-0003-3051-2632; Cand. sc. boil., Leading Researcher at the Scientific and Organizational Department, Novosibirsk Tuberculosis Research Institute, 81a Okhotskaya str., 630040 Novosibirsk, Russia. Tel.: +7(383)203-83-58. E-mail: us-nniit@mail.ru

GUSELNIKOVA ELENA P., Applicant for the Cand. sc. med. degree, Head of the Bacteriological Laboratory, Bacteriologist, Novosibirsk Tuberculosis Research Institute, 81a Okhotskaya str., 630040 Novosibirsk, Russia. Tel. +79538572720. E-mail: epguselnikova@nsk-niit.ru

GORDEEVA ELIZAVETA I., ORCID ID: 0000-0002-3288-5259, Applicant for the Cand. sc. biol., Biologist at the Bacteriological Laboratory, Novosibirsk Tuberculosis Research Institute, 81a Okhotskaya str., 630040, Novosibirsk, Russia. Tel. +7 (913) 0690582. E-mail: mbttniit20@gmail.com

Abstract. Introduction. Non-tuberculous mycobacteria are ubiquitous; they are widespread in soil and water, including plumbing, aquariums, hot water supply systems, and air conditioning systems. Currently, more than 200 species of non-tuberculous mycobacteria are known, of which about 60 species have proven clinical significance, the rest are widespread in the environment, and little is known about their ability to cause diseases. **Aim.** The purpose of this study was to investigate the species diversity of non-tuberculous mycobacteria circulating in the Siberian Federal District of Russia. **Materials and Methods.** Two typical regions of the Siberian Federal District were selected for the study:

Novosibirsk and Tomsk regions. Mycobacteria were cultured from patients' sputum samples: 45 samples from the State Regional Clinical Tuberculosis Hospital and 106 from the Regional Department of Tomsk Phthisiopulmonology Medical Center. Further, non-tuberculous mycobacteria were identified by species, using the time-of-flight mass-spectrometry and the extraction with formic acid on an instrument according to the study protocol. Statistical processing of the study results was carried out using Microsoft Excel 2016 computer programs for Windows. Extensive indicators (the percentage of patients with detected pathogen drug resistance to the total number of patients, whose material was tested) were also calculated, and the boundaries of 95% confidence intervals (95% CI) were defined for the proportion (Fisher's method). Statistical calculation of the research results was carried out in Microsoft Excel 2016. **Results and Discussion.** Among the slow-growing non-tuberculous mycobacteria species, *Mycobacterium Avium complex* is most common. *Mycobacterium simie complex*, *Mycobacterium lentiflavum*, and *Mycobacterium parascorfulaceum* were found less frequently. There were also *Mycobacterium terrae complex* and *Mycobacterium nonchromogenicum* found. The slow-growing mycobacteria, currently not grouped into a complex, include *Mycobacterium Mycobacterium szulgae* and *Mycobacterium gordonae*. *Mycobacterium abscessus / Mycobacterium chelonae complex* dominated among the fast-growing mycobacteria species. *Mycobacterium fortuitum complex* was a less common complex. **Conclusions.** For the first time, diversity was assessed and the dominant strains of mycobacteria circulating in the Novosibirsk and Tomsk regions were identified, which gives an idea of the main target strains, at which the main preventive and sanitizing measures should be targeted.

Keywords: NTM, heterogeneous groups, non-tuberculosis mycobacteria, Siberian Federal District.

For reference: Tursunova NV, Guselnikova EP, Gordeeva EI. Non-tuberculosis mycobacteria species circulating in the Siberian Federal District of Russia. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2024; 17 (5): 113-118.

DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(5).113-118.

Введение. Нетуберкулезные микобактерии (НТМ) являются повсеместными, широко распространены в почве и воде, в том числе водопроводной, аквариумах, системах горячего водоснабжения и кондиционирования. Возможно, именно с этим связаны трудности получения достоверной информации об эпидемиологии НТМ. В настоящее время известно более 200 видов НТМ, из них около 60 видов имеют доказанное клиническое значение, остальные широко распространены в окружающей среде и об их способности вызывать заболевания известно мало. НТМ являются условно патогенными бактериями и, согласно классификации микроорганизмов, относятся к IV группе патогенности [1].

Эпидемиологические закономерности развития большинства инфекционных заболеваний в последнее время существенно изменились. Наиболее часто они затрагивают нозологии, вызванные условно-патогенной микрофлорой. К таким инфекциям относят «нетуберкулезные микобактериозы» [1,2]. Согласно определению, представленному в федеральных клинических рекомендациях «Микобактериозы органов дыхания» от 2022 года, микобактериоз – это инфекционное заболевание, вызываемое нетуберкулезными микобактериями (НТМ) с формированием в пораженных органах и тканях гранулематозного воспаления [1,3].

В последние годы наблюдается увеличение заболеваемости микобактериозами, что обусловлено как увеличением выявляемости НТМ, так и ростом коморбидности и иммуносупрессии у пациентов. Инфицировать организм человека возбудители могут воздушно-капельным, воздушно-пылевым и контактным путем через воздух, воду, раневые поверхности и др. [1,3,4,5]. Реальная эпидемиологическая ситуация по микобактериозам в Российской Федерации остается не ясной по причине отсутствия нормативно-правовых документов (диагностические, лабораторные, профилактические, формы федерального статистического наблюдения и т.д.) [3,4,5].

Несмотря на то, что в последние годы проблема заболеваемости микобактериозами приобрела

высокую актуальность, большинство авторов не относят микобактериозы к опасным инфекциям. Считается, что они не передаются от человека к человеку, но при этом могут иметь тяжелое течение и приводить к летальному исходу [6,7].

Поражение НТМ зависит от ряда факторов: патогенности, вирулентности, массивности заражения, генетической предрасположенности и уровня местного и системного иммунитета. Четко определенные факторы риска для хозяина включают пожилой возраст, иммунные дефекты, структурные заболевания легких, дефицит альфа-1-антитрипсина [1,8]. Городская жизнь, особенно во влажной зоне с плотной популяцией, также увеличивает восприимчивость к инфекциям НТМ [9,10,11]. Другие предрасполагающие факторы включают низкий индекс массы тела, нарушения скелета и гастроэзофагеальный рефлюкс [1]. Особую опасность НТМ представляет для лиц с серьезными нарушениями иммунитета (для ВИЧ-инфицированных характерны диссеминированные поражения) [1,3,12]. Также отмечен рост выделения НТМ у иммуносупрессивных больных с хронической предшествующей и сопутствующей легочной патологией, а также с усовершенствованием методов их идентификации [1,6,13]. Наиболее часто НТМ поражают органы дыхания человека. Дифференциальная диагностика этих заболеваний сложна, так как они имеют симптоматику и клинико-рентгенологическую картину, сходную с различными хроническими бронхолегочными заболеваниями. Микобактериозы по клиническим, рентгенологическим признакам и морфологическим проявлениям невозможно достоверно отличить от туберкулеза, а верификация диагноза проводится только при выделении и идентификации возбудителя [3,7,13].

Частота обнаружения клинически значимых НТМ в целом по Российской Федерации неизвестна ввиду отсутствия отчетности и регистров пациентов с микобактериозами. Большая часть таких пациентов лечится в общей лечебной сети. На данный момент выделение и идентификация НТМ наиболее успешно осуществляется на базе противотуберкулезных учреждений, имеющих специализированные усло-

вия и оснащённых необходимым высокотехнологичным оборудованием [14,15].

Цель исследования – изучение видового разнообразия НТМ, циркулирующих на территории Сибирского федерального округа (СФО).

Материалы и методы. Для проведения исследования были выбраны два типичных региона СФО – Новосибирская и Томская области. Образцы для анализа получали из Новосибирского областного клинического противотуберкулезного диспансера (ГБУЗ НСО ГОНКТБ) и Томского фтизиопульмонологического центра (ОГАУЗ ТФМЦ). Материально-техническая база этих учреждений позволяет выявлять и идентифицировать микобактерии туберкулезного комплекса (*M. tuberculosis complex*) и НТМ.

Образцы из данных центров передавались в ФГБУ «Новосибирский НИИ туберкулеза» Минздрава России (ННИИТ) для проведения культуральной и молекулярно-биологической диагностики. Исследование проводилось с 2021 по 2023 год.

Микобактерии культивировали из образцов мокроты пациентов: 45 образцов из ГБУЗ НСО ГОНКТБ и 106 из ОГАУЗ ТФМЦ. Первичную дифференциальную диагностику всех культур микроорганизмов проводили с окраской по Цилю-Нильсену и определением антигена МРТ64.

Предпосевную обработку и посев диагностического биоматериала выполняли на среде Левенштейна-Йенсена и на жидких питательных средах с использованием автоматизированной системы ВАСТЕСМГИТ960. В случае получения культуры микроорганизма первичная дифференциация представителей *M. tuberculosis complex* от НТМ осуществлялась по следующим культуральным характеристикам: скорость роста колоний на плотных питательных средах, цвет колоний, пигментообразование и морфология колоний. После обнаружения роста колоний исключали контаминацию путем культивирования бактерий на кровяном агаре в течение 24-72 ч, верификацией их кислотоустойчивых свойств окраской по Цилю-Нильсену, определением наличия антигена к белку МРТ64 иммунохроматографическими тестами [5,6].

Дальнейшую идентификацию НТМ до вида проводили с применением времяпролетной масс-спектрометрии Microflex MALDI-ToF MS (Bruker, Germany) и методом экстракцией муравьиной кислотой времяпролетной масс-спектрометрии на приборе согласно протоколу исследования [5,6,7].

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2016 для Windows. Также рассчитывали экстенсивные показатели (процентное отношение числа пациентов с выявленной лекарственной устойчивостью патогена к общему числу пациентов, материал от которых был тестирован), определяли границы 95% доверительных интервалов (95% ДИ) для доли (метод Фишера).

Результаты и их обсуждение.

Большинство представителей НТМ объединены в комплексы (гетерогенные группы). Частота встречаемости гетерогенных комплексов НТМ, полученных

из ГБУЗ НСО ГОНКТБ и ОГАУЗ ТФМЦ с 2021 по 2023 год (n=125) представлена на рисунке 1.

Среди медленно растущих видов НТМ, чаще всего встречаются микобактерии *Mycobacterium avium complex* (MAcomplex) (67%). Комплексообразующим видом является *M. avium*. Реже встречались представители *M. simie complex* (MSC) (4%). Комплексообразующим видом является *M. simie*, представители *M. lentiflavum* и *M. parascorfulaceum*. Встречались и представители *M. terrae complex* (MTC) (1%), *M. nonchromogenicum*. Комплексообразующий вид *M. terrae*.

К медленно растущим микобактериям, на данный момент не сгруппированным в комплекс, относится микобактерия *M. szulgae* и *M. gordonae* (28%).

Идентифицированные нами микобактерии, относящиеся к медленно растущим видам, представлены в таблице 1.

В таблице 1 видно, что среди патогенных НТМ в НСО чаще всего встречались *M. avium* (20,9%), *M. intracellulare* (18,6%), реже *M. kansasii* (7,0%), *M. lentiflavum* (7%), *M. marseillense* (2,3%), *M. arosiense* (2,3%), *M. xenopi* (4,7%).

Среди микобактерий, клиническая значимость которых неизвестна, встречались *M. szulgae* (2,3%), *M. nonchromogenicus* (2,3%), *M. parascorfulaceum* (2,3%), *M. gordonae* (30,2%)

В Томской области чаще всего встречались *M. intracellulare* (50,0%), *M. avium* (12,2%) и *M. gordonae* (25,6%). Остальные виды встречались реже.

По мнению ряда авторов обнаружение *M. gordonae* трактуется как колонизация дыхательных путей пациента, а их распространение свидетельствует о росте заболеваемости *M. gordonae*-индуцированными микобактериозами [5,8,9].

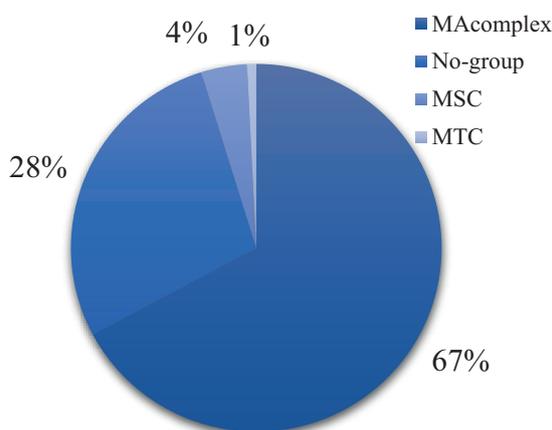


Рис.1 Частота встречаемости гетерогенных групп, медленно растущих нетуберкулезных микобактерий, идентифицированных на базе ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт туберкулеза» в период с 2021-2023 год.

Fig.1 Occurrence of heterogeneous groups of slow-growing non-tuberculosis mycobacteria identified at Novosibirsk Tuberculosis Research Institute in 2021-2023.

Примечание: MAcomplex – *Mycobacterium avium complex*, No-group – виды микобактерий, не сгруппированные в отдельный комплекс, MSC – *M. simie complex*, MTC – *M. terrae complex*

Виды медленно растущих нетуберкулезных микобактерий, представленные в исследовании

Table 1

Species of slow-growing non-tuberculosis mycobacteria presented in the study

Вид НТМБ	ГБУЗ НСО ГОНКТБ (n=43)			ОГАУЗ ТФМЦ (n=82)		
	Абс.	%	95 % ДИ	Абс.	%	95 % ДИ
<i>M.intracellulare</i>	8	18,6	10,5-26,7	41	50,0	39,4 - 60,6
<i>M.avium</i>	9	20,9	12,3-29,5	10	12,2	5,7 - 18,7
<i>M. marseillense</i>	1	2,3	0,7 - 5,3	-	-	-
<i>M.arosiense</i>	1	2,3	0,7 - 5,3	1	1,2	3,4 - 1,0
<i>M.lentiflavum</i>	3	7,0	1,9 - 12,1	-	-	-
<i>M.xenopi</i>	2	4,7	0,5 - 8,9	5	6,1	1,4 - 10,8
<i>M.kansasii</i>	3	7,0	1,9 - 12,1	2	2,4	0,6 - 5,4
<i>M.gordonae</i>	13	30,2	20,1 - 40,3	21	25,6	16,8 - 34,4
<i>M.szulgae</i>	1	2,3	0,7 - 5,3	-	-	-
<i>M. nonchromogenicus</i>	1	2,3	0,7 - 5,3	1	1,2	1,0 - 3,4
<i>M. parascorfulaceum</i>	1	2,3	0,7 - 5,3	1	1,2	1,0 - 3,4

Примечание: НТМБ – нетуберкулезные микобактерии, ГБУЗ НСО ГОНКТБ – Новосибирский областной клинический противотуберкулезный диспансер, ОГАУЗ ТФМЦ – Томский фтизиопульмонологический центр.

На рисунке 2 представлено соотношение идентифицированных видов быстрорастущих нетуберкулезных микобактерий. Видно, что представители комплекса *M. abscessus/M. chelonae complex* (MABSC) встречались чаще, что составило 54%. Комплексообразующими видами являются *M. abscessus* и *M. chelonae*. Представители *M. fortuitum complex* (MFC) комплекса составили 46%. Комплексообразующим видом является *M. fortuitum*.

Среди быстрорастущих видов НТМ преобладали представители комплекса *M. abscessus/M. chelonae complex* (MABSC), что составляет (53,8%). Комплексообразующими видами являются *M. abscessus* и *M. chelonae*. Представители *M. fortuitum complex* (MFC) комплекса составили 46,2%. Комплексообразующим видом является *M. fortuitum*.

По данным таблицы 2 видно, что среди быстрорастущих НТМ в Томской области чаще всего встречались *M. fortuitum* – 45,8 %, *M. abscessus* – 37,5 %, *M. chelonae* – 16,7 %. В Новосибирской области было получено по 1 культуре представителей *M. abscessus* и *M. fortuitum*.

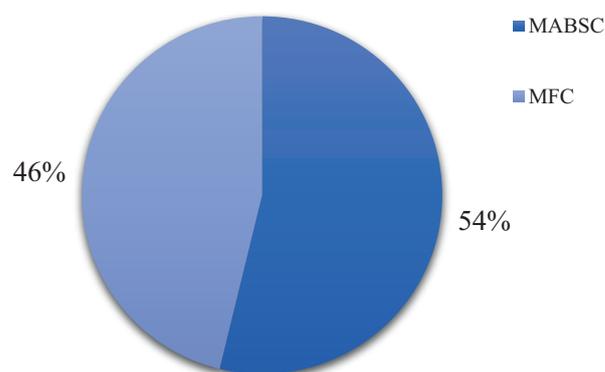


Рис.2. Частота встречаемости гетерогенных групп быстрорастущих нетуберкулезных микобактерий, идентифицированных на базе ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт туберкулеза» в период с 2021-2023 год.

Fig.2 Occurrence of heterogeneous groups of rapid-growing non-tuberculosis mycobacteria identified at Novosibirsk Tuberculosis Research Institute in 2021-2023.

Примечание: MABSC - *M. abscessus/M. chelonae complex*, MFC - *M. fortuitum complex*

Виды быстрорастущих нетуберкулезных микобактерий, представленные в исследовании

Table 2

Species of fast-growing non-tuberculosis mycobacteria presented in the study

Вид НТМБ	ГБУЗ НСО ГОНКТБ (n=2)			ОГАУЗ ТФМЦ (n=24)		
	Абс.	%	95 % ДИ	Абс.	%	95 % ДИ
<i>M.abscessus</i>	1	50	-	9	37,5	26,1- 48,9
<i>M.chelonae</i>	-	-	-	4	16,7	8,9 - 24,5
<i>M.fortuitum</i>	1	50	-	11	45,8	33,3 - 58,3

Примечание: ГБУЗ НСО ГОНКТБ – Новосибирский областной клинический противотуберкулезный диспансер, ОГАУЗ ТФМЦ – Томский фтизиопульмонологический центр.

Выводы.

Подавляющее большинство штаммов НТМ, выявленных в бронхолегочных путях пациентов из Новосибирской и Томской областей, являются патогенными, свидетельствующая об их распространенности и опасности для окружающих.

Впервые оценено разнообразие и выявлены доминирующие штаммы НТМ, циркулирующих в Новосибирской и Томской областях, что дает представление об основных штаммах-мишенях, на которые должны быть направлены главные профилактические и saniрующие мероприятия.

Прозрачность исследования. Исследование проводилось в рамках выполнения научной темы № 121041500043-5 (Разработка новых высокотехнологичных методов диагностики, прогноза, этиологического и патогенетического лечения активной и латентной туберкулезной инфекции методами молекулярной биологии, направленной доставки противотуберкулезных препаратов, поиска и воздействия на новые молекулярно-клеточные мишени микро- и макроорганизма, регуляции локального и системного иммуно-воспалительного ответа), утвержденной Минздравом России, ФГБУ ННИИТ Минздрава России. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Анисимов А.Н., Васильевых М.В. Микобактериозы сегодня // I Всероссийская научно-практическая конференция «Современная патология: опыт, проблемы, перспективы» с международным участием Сборник материалов под редакцией Ректора СамГМУ, профессора РАН А.В. Колсанова. – Самара, 2020. – С.7-14. [Anisimov AN, Vasil'evykh MV. Mikobakteriozy segodnya [Mycobacteriosis today]. Samara: Sbornik materialov I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Covremennaya patologiya: opyt, problemy, perspektivy» s mezhdunarodnym uchastiyem pod redaksiyey Rektora SamGMU, professora RAN AV Kolsanova [Samara: Collection of materials of the I All-Russian scientific and practical conference "Modern pathology: experience, problems, prospects" with international participation edited by the Rector of Samara State Medical University, professor of the Russian Academy of Sciences AV Kolsanov]. 2020; 7-14. (In Russ.)].
2. Гунтупова Л.Д., Французевич Л.Н., Акишина Ю.П., [и др.]. Клинические рекомендации: Микобактериозы органов дыхания. – Москва: Межрегиональная общественная организация Российское Респираторное Общество, Московское общество фтизиатров, 2022. – 35 с. [Guntupova LD, Francuzevich LN, Akishina YP, et al. Klinicheskie rekomendacii: Mikobakteriozy organov dyhaniya [Federal clinical recommendation: Mycobacteriosis of the respiratory system]. Moskv: Mezhhregional'naya obshchestvennaya organizaciya Rossijskoe Respiratornoe Obshchestvo, Moskovskoe obshchestvo ftiziatrov [Moscow: Interregional public organization Russian Respiratory Society, Moscow Society of Phthysiologists]. 2022; 35 p. (In Russ.)].
3. Савченко М.А. Клинические и эпидемиологические аспекты микобактериоза у пациентов с ВИЧ-инфекцией // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. – 2019. – №11 (2). – С.27-33. [Savchenko MA. Klinicheskie i epidemiologicheskie aspekty mikobakterioza u pacientov s VICH-infekciej [Clinical and epidemiological aspects of Mycobacteriosis in patients with HIV infection]. VICH-infektsiya i immunosupressii [HIV infection and immunosuppression]. 2019; 11 (2): 27-33. (In Russ.)]. DOI: 10.22328/2077-9828-2019-11-2-27-33
4. Haworth CS, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease (NTM-PD). Thorax. 2017; 72 (2): 1-64. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2017-210927
5. Huang HL, Liu CJ, Lee MR, et al. Surgical resection is sufficient for incidentally discovered solitary pulmonary nodule caused by non-tuberculous mycobacteria in asymptomatic patients. PLoS ONE. 2019; 14 (9): 1-12. DOI: 10.1371/journal.pone.0222425
6. Макарова М.В., Гунтупова Л.Д. Нетуберкулезные микобактерии // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2020. – №20. – С.98-99. [Makarova MV, Guntupova LD. Netuberkuleznye Mikobakterii [Non-tuberculosis Mycobacterium]. BIOpreparaty; Profilaktika, diagnostika, lechenie [Biological products: Prevention, diagnosis, treatment]. 2020; 20: 98-99. (In Russ.)].
7. Мишина А.В., Мишин В.Ю., Эргешов А.Э., Романов В.В. Диагностика и клиника диссеминированных поражений легких у больных на поздних стадиях ВИЧ-инфекцией с иммуносупрессией (обзор) // Поликлиника. – 2019. – №2, вып. 14. – С.13-21. [Mishina AV, Mishin VJ, Jergeshov AJ, Romanov VV. Diagnostika i klinika disseminirovannyh porazhenij legkih u bol'nyh na pozdnyh stadiyah VICH-infekciej s immunosupressiej (obzor) [Diagnosis and clinic of disseminated lung lesions in patients with late-stage HIV infection with immunosuppression (review). Poliklinika [Clinic]. 2019; 2 (14): 13-21. (In Russ.)]. <https://www.poliklin.ru/imagearticle/20192/13.pdf>
8. Yoshifumi U, Tomoyasu N, Yasunori S, et al. Low serum estradiol levels are related to Mycobacterium avium complex lung disease: a cross-sectional study. J BM Infectious Diseases. 2019; 19 (1): 2-8. DOI: 10.1186/s12879-019-4668-x
9. Лямин А.В., Исматуллин Д.Д., Жестков А.В., [и др.]. Сравнительный анализ методов идентификации нетуберкулезных микобактерий, выделенных из клинического материала // Инфекция и иммунитет. – 2017. – №7 (3). – С.285-291. [Ljamin AV, Ismatullin DD, Zhestkov AV, et al. Sravnitel'nyj analiz metodov identifikacii netuberkuleznyh mikobakterij, vydelennyh iz klinicheskogo materiala [Comparative analysis of identification methods of non-tuberculous mycobacteria isolated from clinical material]. Infekciya i immunitet [Infection and immunity]. 2017; 7 (3): 285-291. (In Russ.)]. DOI: 10.15789/2220-7619-2017-3-285-291
10. Смирнова Т.Г., Андреевская С.Н., Ларионова Е.Е., [и др.]. Смешанные популяции микобактерий у больных туберкулезом и микобактериозом: частота выявления и спектр видов // Туберкулез и социально значимые заболевания. – 2023. – Т. 11, № 2 (42). – С.19-24. [Smirnova TG, Andreevskaya SN, Larionova EE, et al. Smeshannye populyacii mikobakterij u bol'nyh tuberkulezom i mikobakteriozom: chastota vyyavleniya i spektr vidov [Mixed populations of mycobacteria in patients with tuberculosis and Mycobacteriosis: frequency of detection and range of species]. Tuberkulyoz i social'no znachimye zabolovaniya [Tuberculosis and socially

- significant diseases]. 2023; 11, 2 (42): 19-24. (In Russ.). DOI: 10.54921/2413-0346-2023-11-2-19-24
11. Старкова Д.А., Журавлев В.Ю., Вязовая А.А., [и др.]. Видовое разнообразие нетуберкулезных микобактерий у больных микобактериозом на территориях Северо - Западного федерального округа России // Туберкулез и болезни легких. – 2019. – № 7 (6). – С.16-22. [Starkova DA, Zhuravlev VJ, Vjazovaja AA, et al. Vidovoe raznoobrazie netuberkuleznyh mikobakterij u bol'nyh mikobakteriozom na territoriyah Severo-Zapadnogo federal'nogo okruga Rossii [Species diversity of non-tuberculous mycobacteria in patients with mycobacteriosis in the North-Western Federal District of Russia]. Tuberkulez i bolezni legkikh [Tuberculosis and lung diseases]. 2019; 97 (6): 16-22. (In Russ.).]
 12. Зюзя Ю.Р., Кузина М.Г., Пархоменко Ю.Г. Морфологические особенности микобактериозов, вызванных нетуберкулезными микобактериями // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2017. – № 4. – С.4-14. [Zjuzja JR, Kuzina MG, Parhomenko JG. Morfologicheskie osobennosti mikobakteriozov, vyzvannyh netuberkuleznymi mikobakteriyami [Morphological features of Mycobacterioses caused by non-tuberculous mycobacteria]. Klinicheskaya i eksperimental'naya morfologiya [Clinical and experimental morphology]. 2017; 4: 4–14. (In Russ.).]
 13. Бородина Г.Л., Залуцкая О.М., Кривонос П.С., Суркова Л.К. Микобактериозы легких: учебно-методическое пособие. – Минск: БГМУ, 2018. – 30 с. [Borodina GL, Zaluckaja OM, Krivonos PS, Surkova LK. Mikobakteriozy legkih: uchebno-metodicheskoe posobie [Mycobacterioses of lungs: educational and methodical manual]. Minsk: BGMU [Minsk: BSMU]. 2018; 30 p. (In Russ.).]
 14. Hoefsloot W, van Ingen J, Andrejak C, et al. The geographic diversity of non-tuberculous mycobacteria isolated from pulmonary sample. J Eur Respir. 2013; 42 (6): 1604-1613. DOI: 10.1183/09031936.00149212
 15. Zulipikaer M, Zhuo L, Chi X, et al. Non-Tuberculosis Mycobacterium periprosthetic joint infections following total hip and knee arthroplasty: case series and review of the literature. J Orthop Surg. 2023; 15 (6): 1488-1497. DOI: 10.1111/os.13661