



# Рентгенологические особенности изменений в легких, вызванных быстро- и медленно растущими видами нетуберкулезных микобактерий

**Амансахедов Р.Б., Дмитриева Л.И., Смирнова Т.Г., Вешкин А.А., Эргешов А.Э.**

*ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»,  
Яузская аллея, 2, Москва, 107564, Российская Федерация*

**Амансахедов Ресулгулы Бердигулыевич**, д. м. н., вед. науч. сотр. Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания, заведующий отделением лучевой диагностики ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»; <http://orcid.org/0000-0001-8760-1164>

**Дмитриева Людмила Ильинична**, к. м. н., врач-рентгенолог Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»; <http://orcid.org/0000-0003-4744-5253>

**Смирнова Татьяна Геннадьевна**, к. м. н., вед. науч. сотр., заведующая отделом микробиологии ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»; <http://orcid.org/0000-0003-2886-1745>

**Вешкин Алексей Андреевич**, врач-рентгенолог Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»; <http://orcid.org/0000-0004-9750-1123>

**Эргешов Атаджан Эргешович**, д. м. н., профессор, чл.-корр. РАН, директор ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»; <http://orcid.org/0000-0001-6383-1459>

## Резюме

**Цель:** сравнительная характеристика рентгенологических особенностей быстрорастущих и медленно растущих нетуберкулезных микобактериозов (НТМБ) легких.

**Материал и методы.** Рентгенологические признаки легочного процесса изучены у 110 пациентов с впервые установленным НТМБ легких, которые разделены на две группы в зависимости от скорости роста: 70 (63,6%) больных с медленно растущими видами (мНТМБ) и 40 (36,3%) с быстрорастущими (бНТМБ). Диагноз установлен на основании: жалоб больного, уточненного анамнеза заболевания, рентгенологического исследования, результатов клинико-лабораторных исследований и диагностических образцов мокроты, бронхоальвеолярного лаважа, различных видов бронхобиопсий и видеоассистированной торакоскопической резекции. По данным высокоразрешающей компьютерной томографии (ВРКТ) проведен сравнительный анализ степени вовлечения в патологический процесс таких анатомических формаций, как паренхима и строма, сосуды, бронхи, плевра и внутригрудные лимфатические узлы.

**Результаты.** Анализ ВРКТ-исследований показал, что для бНТМБ не характерна грубая деформация бронхолегочных структур. Отмечается более выраженная инфильтративная фаза с вовлечением в процесс сосудов, плевры и поражением бронхов более мелких генераций, формированием бронхо-бронхиолоэктазий и симптомов бронхолита, более быстрой клинико-рентгенологической инволюцией при динамическом наблюдении. Для мНТМБ характерна более грубая деформация бронхолегочных структур с формированием разнокалиберных бронхоэктазов, бронхогенных полостей, более торпидное течение воспалительного процесса.

**Заключение.** При общности рентгеносемиотики различных клинико-рентгенологических форм НТМБ легких установлены некоторые отличительные особенности для медленно растущих и быстрорастущих видов.

**Ключевые слова:** компьютерная томография; микробиологические исследования; нетуберкулезный микобактериоз легких.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа проведена при финансовой поддержке ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза» и подготовлена в ходе выполнения научно-исследовательской работы по теме № FURE-2022-0013 «Туберкулез и заболевания органов дыхания – современная мультимодальная диагностика и реабилитация при коморбидных состояниях».

**Для цитирования:** Амансахедов Р.Б., Дмитриева Л.И., Смирнова Т.Г., Вешкин А.А., Эргешов А.Э. Рентгенологические особенности изменений в легких, вызванных быстро- и медленно-растущими видами нетуберкулезных микобактерий. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2023; 104(3): 182–91. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2023-104-3-182-191>

**Для корреспонденции:** Амансахедов Расул Бердиевич, E-mail: [rasul.amansahedov@mail.ru](mailto:rasul.amansahedov@mail.ru)

Статья поступила 31.05.2023

После доработки 14.10.2023

Принята к печати 15.10.2023

## Radiological Features of Changes in the Lungs Caused by Fast- or Slow-Growing Nontuberculous Mycobacteria

**Rasul B. Amansakhedov, Lyudmila I. Dmitrieva, Tatiana G. Smirnova, Alexey A. Veshkin, Atadzhan E. Ergeshov**

*Central Research Institute of Tuberculosis, Yauzskaya alleya, 2, Moscow, 107564, Russian Federation*

**Rasul B. Amansakhedov**, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, Center for Diagnosis and Rehabilitation of Respiratory Diseases, Head of Radiodiagnosics Department, Central Research Institute of Tuberculosis; <http://orcid.org/0000-0001-8760-1164>

**Lyudmila I. Dmitrieva**, Cand. Med. Sc., Radiologist, Center for Diagnosis and Rehabilitation of Respiratory Diseases, Central Research Institute of Tuberculosis; <http://orcid.org/0000-0003-4744-5253>

**Tatiana G. Smirnova**, Cand. Med. Sc., Leading Researcher, Head of Microbiology Department, Central Research Institute of Tuberculosis; <http://orcid.org/0000-0003-2886-1745>

**Alexey A. Veshkin**, Radiologist, Center for Diagnosis and Rehabilitation of Respiratory Diseases, Central Research Institute of Tuberculosis; <http://orcid.org/0000-0004-9750-1123>

**Atadzhan E. Ergeshov**, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS, Director, Central Research Institute of Tuberculosis; <http://orcid.org/0000-0001-6383-1459>

### Abstract

**Objective:** to compare radiological features of pulmonary nontuberculous mycobacterioses (NTM) caused by fast- or slow-growing mycobacteria.

**Material and methods.** Radiological features of the disease were studied in 110 patients with newly diagnosed NTM. The patients were divided into two groups: 70 (63.6%) patients with slow-growing NTM and 40 (36.3%) with fast-growing NTM. The diagnosis was based on patient's complaints, specified case history, radiological studies, clinical laboratory studies, sputum smear studies, bronchoalveolar lavage studies, different types of bronchial biopsies, and video-assisted thoracoscopic surgery resection samples. According to the results of high-resolution computed tomography (HRCT), a comparative analysis of the degree of involvement in the pathological process of such anatomical formations as parenchyma and stroma, vessels, bronchi, pleura and intrathoracic lymph nodes was carried out.

**Results.** The analysis of HRCT studies showed that fast-growing NTM is not characterized by gross deformation of bronchopulmonary structures. There is a more pronounced infiltrative phase with the involvement of vessels, pleura and bronchial lesions of smaller generations, the formation of broncho-bronchioectasias and symptoms of bronchiolitis, faster clinical and radiological involution under dynamic observation. Slow-growing NTM is characterized by a more severe deformation of bronchopulmonary structures with the formation of different-sized bronchiectasis, bronchogenic cavities, a more torpid course of the inflammatory process.

**Conclusion.** Despite the similarities of clinical and radiological patterns of NTM, we established some distinguished features for slow-growing and fast-growing types.

**Keywords:** computed tomography; microbiological studies; nontuberculosis pulmonary mycobacteriosis.

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

**Funding.** The study was conducted under financial support of the Central Research Institute of Tuberculosis in the framework of scientific research topic no. FURE-2022-0013 "Tuberculosis and pulmonary diseases – contemporary multimodal diagnostics and rehabilitation in patients with comorbidities".

**For citation:** Amansakhedov RB, Dmitrieva LI, Smirnova TG, Veshkin AA, Ergeshov AE. Radiological features of changes in the lungs caused by fast- or slow-growing nontuberculous mycobacteria. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2023; 104(3): 182–91 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2023-104-3-182-191>  
**For corresponding:** Rasul B. Amansakhedov, E-mail: [rasul.amansahedov@mail.ru](mailto:rasul.amansahedov@mail.ru)

Received May 31, 2023

Revised October 14, 2023

Accepted October 15, 2023

## Введение / Introduction

Нетуберкулезный микобактериоз (НТМБ) легких – инфекционное заболевание системы органов дыхания, вызванное атипичными микобактериями [1]. Несмотря на большие достижения в изучении инфекционных болезней и успехи в борьбе с ними, в первую очередь с туберкулезом органов дыхания, такие патологические процессы, как НТМБ легких, представляют собой исключительно сложное биологическое явление, многие стороны которого остаются малоизученными.

О сложности этого явления свидетельствует возникновение НТМБ как коморбидной патологии, связанной не только с ослаблением естественного иммунитета, но и с факторами, приводящими к вирулентности (активизации) сапрофитной в обычных условиях микрофлоры организма и окружающей среды. Выявление новых видов НТМБ еще больше усугубляет проблему, так как наличие НТМБ в мокроте или других образцах и материалах из дыхательных путей еще не является показателем патологического состояния организма. На сегодняшний день и российскими, и международными сообществами (ATS/IDSA) [2] согласованы диагностические критерии для установления диагноза НТМБ легких на основании клинических, рентгенологических, микробиологических и патогистологических данных. Классификация и систематика микобактериозов продолжают и в настоящее время в связи с выявлением новых видов и подвидов НТМБ.

Первое сообщение о болезнях, вызванных НТМБ, опубликовано в работе А. Тимре и Е.Н. Рунуоп (1954 г.) [3]. По скорости роста морфологии колоний и способности к пигментообразованию НТМБ делят на четыре основные группы: 1–3-я группы – медленнорастущие (рост культуры на питательных средах регистрируется на 7–21-е сутки), 4-я группа – быстрорастущие (растут на обычных питательных средах в срок примерно до 7 сут) [4]. В настоящее время описано около 200 видов НТМБ. Наиболее значимые в клинической практике НТМБ среди медленнорастущих (мНТМБ): комплекс *M. avium*, *M. intracellulare*, *M. kansasii*, *M. xenopi*, *M. gordonae*, *M. szulgai*; среди быстрорастущих (бНТМБ) – *M. chelonae*, *M. abscessus*, *M. fortuitum*.

Истинное распространение НТМБ в мировой практике малоизученно. Несмотря на отсутствие во многих странах официального регистра НТМБ,

в последнее десятилетие во всем мире отмечается рост распространенности данной патологии, основной мишенью которой является респираторная система [4, 5]. Так, например, за счет легочной локализации НТМБ заболеваемость микобактериозами в Великобритании повысилась до 6,1 случая на 100 тыс. чел. в 2012 г. На Тайване в 2000–2008 гг. отмечен рост с 2,7 до 10,2 случая на 100 тыс. чел., а в Корее в 2009–2016 гг. – с 9,4 до 36,1 случая на 100 тыс. чел. [4, 6]. Высокая годовая распространенность зарегистрирована в США и Японии: 23–37 и 33–65 случаев на 100 тыс. чел. соответственно [6].

По мнению ряда авторов, проблема рентгенологической диагностики микобактериозов, а также их дифференциальной диагностики с другими гранулематозами основана на схожести их клинического течения с туберкулезом, а также на противоречивых на сегодняшний день морфологических данных [7–9]. Другие исследователи указывают на принципиальные различия морфологической картины туберкулеза и НТМБ [10, 11].

Проведенный специалистами ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза» анализ различных рентгенологических форм при бНТМБ и мНТМБ легких показал, что в клинической практике очаговой формой чаще проявлялись виды *M. fortuitum* и *M. avium*, диссеминированной – *M. avium*, бронхоэктатической – *M. abscessus*, *M. fortuitum* и *M. avium*, полостной – *M. kansasii*, *M. intracellulare*, *M. avium*, конгломератной (по типу «микобактериома» – терминология находится в стадии обсуждения) – *M. avium*, *M. kansasii*, *M. abscessus* [12]. Инфильтративная, цирротическая форма, патология внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ), плеврит, изменения по типу гиперчувствительного пневмонита при мНТМБ и бНТМБ как этиологические факторы поражения выявлялись намного реже и приблизительно в одинаковом соотношении.

Еще одной проблемой при анализе микобактериозов легких является их способность переключаться от колонизирующего фенотипа к более вирулентной и инвазивной форме [13]. При клинически активной фазе эти изменения по данным высокоразрешающей компьютерной томографии (ВРКТ) визуализируются зоной интерстициально-паренхиматозной инфильтрации.

Тем не менее научных работ по оценке степени вовлечения в патологический субстрат различных анатомических структур легких и анализу каждого компонента сложного патологического комплекса при различных видах НТМБ с учетом скорости роста микобактерий в современной литературе недостаточно.

Преимуществом ВРКТ является возможность неинвазивно наблюдать различные фазы патологического процесса по ходу развития инфекционного заболевания, так как клиницисту необходимо не только установить наличие изменений, но и определить их преимущественный характер, локализацию и распространенность поражения. Именно ВРКТ является оптимальным неинвазивным методом контроля за состоянием органов дыхания при правильной оценке результатов этого ценного метода. Все это позволит в клинической практике своевременно проводить КТ-дифференциацию до установления вида микробиологической культуры и окончательного клинического диагноза, что имеет большое значение в тактике введения таких больных.

Актуальность данной проблемы также обусловлена тем, что пациенты, у которых выделены бНТМБ, чаще нуждаются в стационарной помощи, а больным с мНТМБ в большинстве случаев возможно проведение лечения в амбулаторных условиях.

**Цель** – сравнительная характеристика рентгенологических особенностей бНТМБ и мНТМБ легких.

## Материал и методы / Material and methods

Рентгенологические признаки легочного процесса изучены у 110 больных с впервые установленным микобактериозом, которые разделены на две группы в зависимости от скорости роста: 70 (63,6%) пациентов с мНТМБ и 40 (36,4%) больных с бНТМБ.

Диагноз установлен на основании жалоб больного, уточненного анамнеза заболевания, рентгенологического исследования, результатов клинико-лабораторных исследований и результатов исследований диагностических образцов мокроты, бронхоальвеолярного лаважа, различных видов бронхобиопсий и видеоассистированной торакоскопической резекции в период с 2012 по 2020 гг. В группу бНТМБ вошли 33 (82,5%) женщины, 7 (17,5%) мужчин, средний возраст составил  $43,9 \pm 13,8$  года. В группе мНТМБ женщин было 45 (64,2%), мужчин 25 (35,8%), средний возраст составил  $54,2 \pm 13,5$  года. У всех больных антител к вирусу иммунодефицита человека в крови не обнаружено.

Все клинические изоляты были получены после посева диагностического материала на жидкую питательную среду Middlebrook 7H9 в автома-

тизированной системе BACTEC MGIT 960 (Becton Dickinson, США). Для проведения видовой идентификации НТМБ использовали наборы GenoType Mycobacterium CM/AS (Hain Lifescience, Германия), мультиплексную полимеразную цепную реакцию в режиме реального времени и секвенирование по Сэнгеру. Для контроля контаминации неспецифической микрофлорой проводили посев культуры на кровяной агар. Мультисрезовую компьютерную томографию органов грудной клетки выполняли на аппаратах Somatom Emotion 16 и Somatom goUp 32 (Siemens, Германия) с использованием алгоритма высокого разрешения с толщиной среза 0,6 мм и шагом 1,5 мм. Проведена оценка степени вовлечения в патологический процесс следующих анатомических структур органов грудной клетки: паренхимы и стромы, сосудов, бронхов, плевры и ВГЛУ.

Статистическую обработку осуществляли с использованием программных пакетов SPSS Statistics версии 23.0 (IBM, США) и R Software версии 4.0.2. Нулевую гипотезу отвергали при уровне значимости  $p \leq 0,05$ . Для описания количественных переменных применяли среднее арифметическое и стандартное отклонение, качественных – частоту и долю (в процентах). Для качественных зависимых переменных сравнение частот между категориями независимых (группирующих) переменных выполняли посредством критерия  $\chi^2$  Пирсона.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

При культивировании диагностического материала рост микобактерий был получен с 4-го по 20-й день. Видовая идентификация НТМБ с использованием ДНК-стрипов Hain Lifescience (Германия) выявила следующие виды. В группе мНТМБ определялись: *M. avium* – 30 (43,5%) случаев, *M. kansasii* – 18 (27,4%), *M. intracellulare* – 14 (17,7%), *M. xenopi* – 6 (8,1%), *M. gordonae* – 1 (1,6%), *M. szulgai* – 1 (1,6%). Группа бНТМБ включала: *M. abscessus* – 25 (47,5%) случаев, *M. fortuitum* – 8 (30,0%), *M. chelonae* – 7 (17,5%). Клинико-рентгенологические формы выявленных изменений в органах грудной клетки представлены в таблице 1.

Несмотря на то что заболевания, вызываемые НТМБ, не считаются «самостоятельными», хотя они официально входят в Международную классификацию болезней [4], в практике встречаются острые клинические состояния, рентгенологически проявляющиеся распространенной инфильтрацией легочной ткани. Иногда НТМБ возникают на фоне деформированных структур легкого, в таких случаях изменения, обусловленные развитием присоединившихся инфекций, отдифференцировать не представляется возможным.

**Клинико-рентгенологические формы быстро- и медленно растущих нетуберкулезных микобактериозов органов дыхания, n (%)**  
**Clinical and radiological forms of fast- and slow-growing nontuberculous mycobacterioses of respiratory organs, n (%)**

Клинико-рентгенологическая форма / Clinical and radiological form	Нетуберкулезный микобактериоз / Nontuberculous mycobacteriosis	
	Медленно растущий / Slow-growing	Быстрорастущий / Fast-growing
Очаговый / Focal	3 (4,3)	3 (7,5)
Диссеминированный / Disseminated	5 (7,1)	2 (5,0)
Полостной / Cavernous	30 (42,9)	6 (15,0)
Конгломератный / Conglomerate	11 (15,8)	2 (5,0)
Бронхоэктатический / Bronchiectatic	16 (22,9)	25 (62,5)
Инфильтративный / Infiltrative	1 (1,4)	1 (2,5)
Интерстициальный / Interstitial	1 (1,4)	0 (0,0)
ВГЛУ / ITLN	1 (1,4)	0 (0,0)
Плеврит / Pleurisy	2 (2,8)	1 (2,5)
<b>Всего / Total</b>	<b>70 (100)</b>	<b>40 (100)</b>

**Примечание.** ВГЛУ – внутригрудные лимфатические узлы.

**Note.** ITLN – intrathoracic lymph nodes.

Анализ нашего материала и современной научной литературы указывает на наличие очень схожих клинико-рентгеноанатомических признаков НТМБ легких. К ним можно отнести:

- преобладающий бронхотропизм с формированием деформации воздухоносных путей;
- деформирующий бронхит, тракционные, цилиндрические, варикозные и разноразмерные кистозные бронхоэктатические полости;
- эндобронхиальное и перибронховаскулярное распространение очагов;
- формирование разноразмерных дискретных и множественных конгломератов с включениями (кальцификаты, гиалиноз).

Вместе с тем с учетом данных высокочувствительного метода ВРКТ, современных морфологических, иммунологических работ и того, что даже разные формы туберкулеза отличаются настолько, что их не объединяют в одну группу, в отношении НТМБ различие между быстро- и медленно растущими видами также могут существовать.

По данным нашего ВРКТ-исследования, у больных с **медленно растущими видами НТМБ** преобладают диффузные, ассиметричные изменения с нарушением легочной архитектоники, формированием грубых бронхоэктазий мелких, средних и крупных бронхов. При ограниченном очаговом варианте возможны признаки невыраженного бронхолиита, преобладающего в центральных отделах легких. При диссеминированной форме изменения обусловлены бронхогенным характером поражения центральных отделов с вовлечением

в патологический процесс преимущественно проксимальных отрезков бронхов (рис. 1).

Возможно превалирование цилиндрических и варикозных бронхоэктазий. Полостные формы представлены формированием одиночных или множественных бронхогенных, кистозных полостей. Участки конгломераций повторяют форму первичной, вторичной долики легкого, в них возможны мелкие уплотнения низкой плотности с вкраплениями кальция (кальциноз, гиалиноз), КТ-морфологическим субстратом которых являются терминальная бронхиола, респираторная бронхиола, легочный ацинус. Отмечается выраженная плевральная реакция (зубчатые напластования с перилимфатической диссеминацией и вовлечением септ), возможен односторонний малый выпот и небольшая реактивная лимфаденопатия (рис. 2).

Анализ изменений легочного фона у больных с **быстрорастущими видами НТМБ** свидетельствует об отсутствии выраженных топографоанатомических структурных нарушений (рис. 3).

В рентгеноморфологических структурных нарушениях превалируют очаговые изменения, симптомы васкулита (характеризуются нечеткостью контуров сосудистых ветвей), лимфангита (визуализируются в виде инфильтрации междольковых и внутридольковых перегородок), реже участки лобулярной инфильтрации. Изменения бронхов отмечаются преимущественно на уровне ядра и периферических отделов (дистальных воздухоносных путей), для них характерны проявления бронхио-

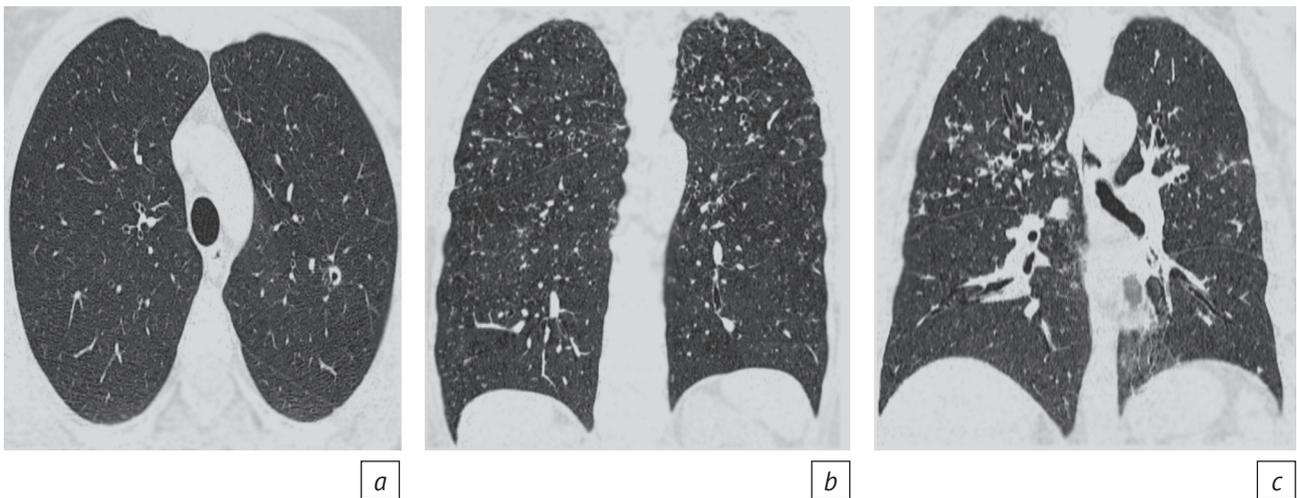


Рис. 1. Нетуберкулезный микобактериоз легких. Результаты высокоразрешающей компьютерной томографии (ВРКТ), легочное окно:

*a* – *M. avium*, аксиальный срез, в сегменте S1/2 верхней доли левого легкого четко очерченный очаг размером до 12 мм с просветом дренирующего бронха мелкого калибра; *b* – *M. kansasii*, коронарная реконструкция, в обоих легких очаги диссеминации бронхогенного характера; *c* – *M. avium*, коронарная реконструкция, в верхних отделах легких (преимущественно справа) разнокалиберные бронхоэктазии

Fig. 1. Nontuberculous pulmonary mycobacteriosis. Results of high-resolution computed tomography (HRCT), lung window: *a* – *M. avium*, axial plane, in the left lung upper lobe S1/2 segment, there is a clearly defined focus up to 12 mm in size with a small-caliber drainage bronchus lumen; *b* – *M. kansasii*, coronary reconstruction, there are foci of bronchogenic dissemination in both lungs; *c* – *M. avium*, coronary reconstruction, in the upper parts of the lungs (mainly on the right) there are different-sized bronchiectasias

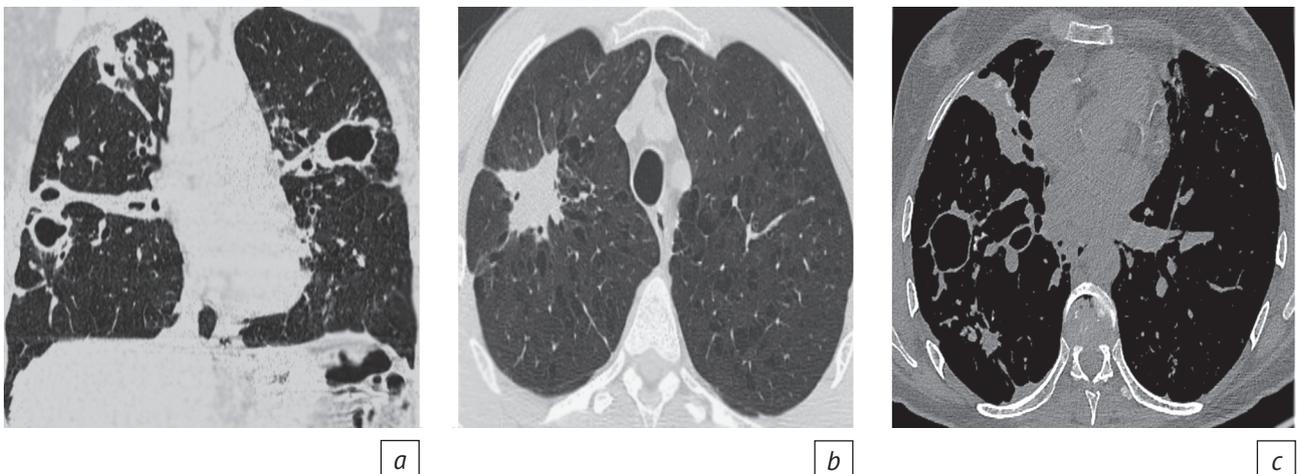


Рис. 2. Нетуберкулезный микобактериоз легких. Результаты ВРКТ:

*a* – *M. avium*, коронарная реконструкция (легочное окно), в обоих легких визуализируются разноразмерные бронхогенные полости и бронхогенные очаги; *b* – *M. szulgai*, аксиальный срез (легочное окно), в верхней доле правого легкого определяется конгломерат неоднородной структуры размером до 20 мм; *c* – *M. avium*, аксиальный срез (медиастинальное окно), в субплевральной зоне сегмента S6 нижней доли правого легкого бронхогенная полость, в средней доле уплотнение с гиалинозом

Fig. 2. Nontuberculous pulmonary mycobacteriosis. Results of HRCT:

*a* – *M. avium*, coronary reconstruction (lung window), different-sized bronchogenic cavities and bronchogenic foci are visualized in both lungs; *b* – *M. szulgai*, axial plane (lung window), a conglomerate of inhomogeneous structure up to 20 mm in size is determined in the right lung upper lobe; *c* – *M. avium*, axial plane (mediastinal window), there is a bronchogenic cavity in the subpleural zone of the right lung lower lobe S6 segment, a consolidation with hyalinosis in the middle lobe

лита, деформирующего бронхита и образование цилиндрических бронхоэктазов. Редко могут формироваться одиночные бронхогенные кистозные полости. При появлении конгломератов в их структуре могут визуализироваться более плотные

включения (гиалиноз, кальцификация) как следствие некроза. Лимфаденопатия ВГЛУ выражается увеличением размеров бронхопульмональных и бифуркационных групп лимфоузлов размером до 17 мм, пластическая плевральная реакция является

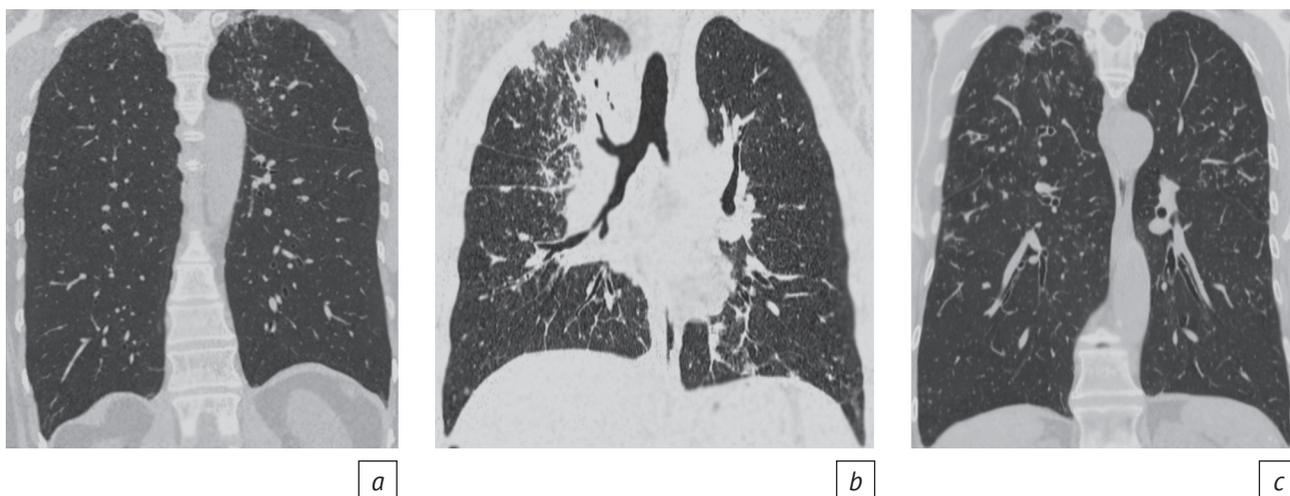


Рис. 3. Нетуберкулезный микобактериоз легких. Результаты ВРКТ (легочное окно, коронарная реконструкция):  
 а – *M. fortuitum*, в сегменте S1/2 верхней доли левого легкого единичные преимущественно периваскулярные очаги однородной структуры размером до 12 мм; б – *M. chelonae*, периваскулярная, перибронхиальная, сливная инфильтрация в верхней доле правого легкого с вовлечением сефт и листков плевры; с – *M. abscessus*, в верхних отделах обоих легких бронхо-бронхиолоэктазии, явления бронхиолита, васкулита

Fig. 3. Nontuberculous pulmonary mycobacteriosis. Results of HRCT (lung window, coronary reconstruction):  
 а – *M. fortuitum*, in the left lung upper lobe S1/2 segment, there are single predominantly perivascular foci of heterogeneous structure up to 12 mm in size; б – *M. chelonae*, in the right lung upper lobe, there is perivascular, peribronchial, drain infiltration with involvement of septa and pleural leaves; с – *M. abscessus*, in the upper parts of both lungs, there are broncho-bronchioles ectasia, bronchiolitis, vasculitis phenomena

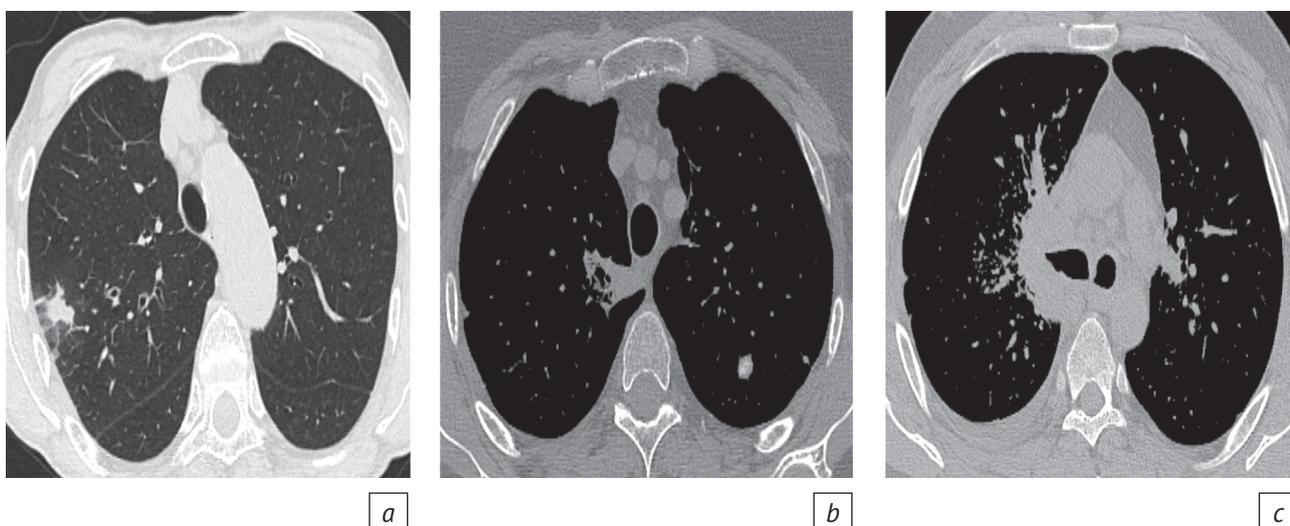


Рис. 4. Нетуберкулезный микобактериоз легких. Результаты ВРКТ (аксиальный срез):  
 а – *M. abscessus* (легочное окно), в сегменте S12 верхней доли правого легкого конгломерат размером до 12 мм с перифокальной инфильтрацией; б – *M. fortuitum* (медиастинальное окно), парамедиастинальная инфильтрация в верхней доле правого легкого, в верхней доле слева средних размеров очаг с гиалинозом; с – *M. chelonae* (медиастинальное окно), реактивная лимфоаденопатия и выпот в правой плевральной полости

Fig. 4. Nontuberculous pulmonary mycobacteriosis. Results of HRCT (axial plane):  
 а – *M. abscessus* (lung window), in the right lung upper lobe S12 segment, there is a conglomerate up to 12 mm in size with perifocal infiltration; б – *M. fortuitum* (mediastinal window), a paramediastinal infiltration in the right lung upper lobe, a medium-sized focus with hyalinosis in the left lung upper lobe; с – *M. chelonae* (mediastinal window), reactive lymphadenopathy and effusion in the right pleural cavity

отражением инфильтрации висцеральной, париетальной и междолевой плевры в виде уплотнения, размытости границ, еще реже определяется реактивный выпот (рис. 4). Изменения асиммет-

ричны, но больше проявляются в аксиллярных зонах и средней доле правого легкого.

На основании определяемых различных клинико-рентгенологических форм при бНТМБ и мНТМБ

**Сопоставление преобладающих компьютерных томографических признаков между группами медленно- и быстрорастущих нетуберкулезных микобактериозов, n (%)**

**Comparison of prevailing computed tomographic signs between groups of slow- and fast-growing nontuberculous mycobacterioses, n (%)**

Элементы анализа / Elements of analysis	Нетуберкулезный микобактериоз / Nontuberculous mycobacteriosis		Всего / Total	$\chi^2$	p
	Медленно- растущий / Slow- growing	Быстро- растущий / Fast-growing			
Локализация, распространенность очагов, уплотнений <3 сегментов / Localization, foci prevalence, consolidations <3 segments					
септальная бронхогенная, периваскулярная / septal bronchogenic, perivascular	9/70 (12,6)	7/40 (17,5)	16/110 (14,5)	-	-
бронхогенная / bronchogenic	6/70 (8,6)	1/40 (2,5)	7/110 (6,4)	-	-
Диссеминация >3 сегментов / Dissemination >3 segments					
бронхогенная / bronchogenic	5/70 (7,1)	2/40 (5,0)	7/110 (6,4)	-	-
Структура очагов, уплотнений / Structure of foci, consolidations					
однородная / homogeneous	7/70 (10,0)	8/40 (10,0)	15/110 (13,7)	-	-
кальциноз >400 HU / calcinosis >400 HU	2/70 (2,9)	1/40 (2,5)	3/110 (2,7)	-	-
гиалиноз <400 HU / hyalinosis <400 HU	4/70 (5,7)	1/40 (2,5)	5/110 (4,5)	-	-
Сосуды / Vessels					
признаки васкулита / vasculitis signs	36/70 (51,4)	32/40 (80,0)	68/110 (61,8)	18,60	0,00001
признаки лимфангита / lymphangitis signs	15/70 (21,4)	17/40 (42,5)	32/110 (29,0)	10,22	0,00200
Бронхи / Bronchi					
тракционные / traction	6/70 (8,6)	9/40 (22,5)	15/110 (13,7)	7,69	0,00900
цилиндрические, варикозные, кистозные / cylindrical, varicose, cystic	64/70 (91,4)	31/40 (77,5)	3/110 (86,3)	7,29	0,01100
Внутригрудные лимфатические узлы / Intrathoracic lymph nodes					
увеличены / enlarged	5/70 (7,1)	6/40 (15,0)	11/110 (10,0)	-	-
увеличены с изменением структуры (кальциноз, гиалиноз) / enlarged with structure change (calcinosis, hyalinosis)	4/70 (5,7)	2/40 (5,0)	6/110 (5,5)	-	-
Плевра / Pleura					
односторонний выпот / unilateral effusion	1/70 (4,3)	1/40 (2,5)	2/110 (1,8)	-	-
двусторонний выпот / bilateral effusion	1/70 (1,4)	0/40 (0,0)	1/110 (0,9)	-	-
инфильтрация / infiltration	38/70 (54,3)	32/40 (80,0)	70/110 (63,6)	15,29	0,00010
плевропульмональный фиброз / pleuropulmonary fibrosis	24/70 (34,3)	4/40 (10,0)	28/110 (25,4)	16,78	0,00006
Нарушение архитектоники легких / Lung architectonics disorders					
ограниченные / limited	33/70 (47,1)	28/40 (70,0)	61/110 (55,4)	17,03	0,00006
распространенные / extended	37/70 (52,9)	12/40 (30,0)	49/110 (44,5)	10,00	0,00200
Полости >10 мм / Cavities >10 mm					
одиочные / single	13/70 (15,6)	4/40 (10,0)	17/110 (15,4)	-	-
единичные <3 / rare <3	17/70 (24,3)	2/40 (5,0)	19/110 (17,3)	14,56	0,00010

по данным таблицы 1 нами проанализирована степень вовлечения различных анатомических формаций – паренхимы, стромы, сосудов, бронхов, плевры и ВГЛУ (табл. 2).

Как видно, наиболее значимыми КТ-признаками вовлечения различных анатомических структур при мНТМБ и бНТМБ являются: преобладание явлений васкулита (51,4% и 80,0% соответственно;  $\chi^2 = 18,6$ ;  $p = 0,00001$ ) и лимфангита (21,4% и 42,5%;  $\chi^2 = 10,22$ ;  $p = 0,002$ ) в группе бНТМБ. Частота изменений бронхов в виде тракций статистически значимо выше (8,6% и 22,5%;  $\chi^2 = 7,69$ ;  $p = 0,009$ ) в группе бНТМБ, а частота цилиндрических, варикозных, кистозных поражений бронхов статистически значимо выше в группе мНТМБ (91,4% и 77,5%;  $\chi^2 = 7,29$ ;  $p = 0,011$ ). Отмечались достоверные различия в группах по частоте инфильтрации плевры (54,3% и 80,0%;  $\chi^2 = 15,29$ ;  $p = 0,0001$ ) и плевропюльмонального фиброза (34,3% и 10,0%;  $\chi^2 = 17,03$ ;  $p = 0,00006$ ). Частота ограниченных (47,1% и 80,0%;  $\chi^2 = 15,29$ ;  $p = 0,0001$ ) и распространенных (52,9% и 30,0%;  $\chi^2 = 10,0$ ;  $p = 0,002$ ) нарушений архитектоники легких также статистически значимо отличалась. Единичные полости размером более 10 мм статистически значимо чаще (24,3% и 5,0%;  $\chi^2 = 14,56$ ;  $p = 0,0001$ ) встречались в группе мНТМБ.

Таким образом, для бНТМБ не характерна грубая деформация бронхолегочных структур. Отмечается более выраженная инфильтративная фаза с вовлечением в процесс сосудов, плевры и поражением бронхов более мелких генераций, формированием бронхо-бронхиолоэктазий и симптомов бронхолита, более быстрой клинко-рентгенологической инволюцией при динамическом наблюдении.

Для мНТМБ характерны более грубая деформация бронхолегочных структур с формированием разнокалиберных бронхоэктазов, бронхогенных полостей, более торпидное течение воспалительного процесса.

## Заключение / Conclusion

Представленные результаты ВРКТ-исследований показывают, что для НТМБ легких характерны рентгеноморфологические изменения, отличающие их внутри самой нозологии. Хотя для НТМБ в целом еще не разработана классификация с учетом полиморфизма рентгенологических данных (она находится в стадии формирования терминологии), все же при анализе ВРКТ-данных нами выявлены в определенной степени характерные особенности для мНТМБ и бНТМБ, свойственные им проявления, течение и исходы.

Для клинициста выявление особенностей различных видов НТМБ, понимание их рентгенологических характеристик, а следовательно, определение дальнейшей тактики и плана лечения особенно необходимы потому, что пульмонологическая и фтизиатрическая практика, а также радиологическое сообщество в целом столкнулись с трудностями диагностики различных вариантов НТМБ. Эта проблема осложняется еще и тем, что каждый вид НТМБ, проявляющийся различными формами, имеет свой дифференциально-диагностический ряд.

Своеобразие иммунобиологии, патогенеза, патологической анатомии и полученных нами рентгеноморфологических данных диктует необходимость дальнейшего поиска комплекса оптимальных клинических решений в диагностике микобактериозов органов дыхания.

## Литература

1. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). URL: <https://mkb-10.com/> (дата обращения 10.10.2023).
2. Griffith DE, Aksamit T, Brown-Elliott BA, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 175(4): 367–416. <https://doi.org/10.1164/rccm.200604-571ST>.
3. Timpe A, Runyon EH. The relationship of atypical acid-fast bacteria to human disease; a preliminary report. *J Lab Clin Med.* 1954; 44(2): 202–9.
4. Литвинов В.И., Богородская Е.М., Борисов С.Е. (ред.) Нетуберкулезные микобактерии, микобактериозы. М.: Триада; 2014: 254 с.
5. 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 легких.* 2017; 95(5): 54–9. <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2017-95-5-54-59>.
6. Cowman S, van Ingen J, Griffith DE, Loebinger MR. Non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2019; 54(1): 1900250. <https://doi.org/10.1183/13993003.00250-2019>.
7. Hadjiiladis D, Adlakha A, Prakash UB. Rapidly growing mycobacterial lung infection in association with esophageal disorders. *Mayo Clin Proc.* 1999; 74(1): 45–51. <https://doi.org/10.4065/74.1.45>.
8. Зюзя Ю.Р., Пархоменко Ю.Г., Зиминова В.Н. и др. ВИЧ-ассоциированный микобактериоз, вызванный нетуберкулезными микобактериями *M. avium*. Особенности морфологической верификации. *Туберкулез и болезни легких.* 2015; 93(7): 56–7.
9. Mu J, Liu ZC, Zhang C, et al. Pathological characteristics and molecular diagnosis of non-tuberculosis Mycobacterium lung disease. *Zhonghua Bing Li Xue Za Zhi.* 2020; 49(6): 562–7 (in Chinese). <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112151-20191028-00669>.
10. Михайловский А.М., Чуркин С.А., Пашкова Н.А., Лепеха Л.Н. 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. <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2016-94-12-57-61>.

11. Лепеха Л.Н., Красникова Е.В., Макарянц Н.Н. и др. Тканевые и клеточные реакции легких, вызванные различными штаммами медленно растущих микобактерий. Вестник Центрального научно-исследовательского института туберкулеза. 2020; 4: 27–34. <https://doi.org/10.7868/S2587667820040032>.

12. Амансахедов Р.Б., Дмитриева Л.И., Смирнова Т.Г. и др. Рентгенсиомиотика различных форм нетуберкулезных микобактериозов легких. Вестник рентгенологии и радиологии. 2022; 103(1–3): 30–7. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-1-3-30-37>.
13. To K, Cao R, Yegiazaryan A, et al. General overview of nontuberculous mycobacteria opportunistic pathogens: *Mycobacterium avium* and *Mycobacterium abscessus*. J Clin Med. 2020; 9(8): 2541. <https://doi.org/10.3390/jcm9082541>.

## References

- ICD-10 Version: 2019. Available at: <https://mkb-10.com/> (accessed 10.10.2023).
- Griffith DE, Aksamit T, Brown-Elliott BA, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. Am J Respir Crit Care Med. 2007; 175(4): 367–416. <https://doi.org/10.1164/rccm.200604-571ST>.
- Timpe A, Runyon EH. The relationship of atypical acid-fast bacteria to human disease; a preliminary report. J Lab Clin Med. 1954; 44(2): 202–9.
- Litvinov VI, Bogorodskaya EM, Borisov SE (Eds). Non-tuberculosis mycobacteria, mycobacterioses. Moscow: Triada; 2014: 254 pp. (in Russ.).
- Smirnova TG, Andreevskaya SN, Larionova EE, et al. Monitoring of species diversity of non-tuberculosis mycobacteria in the some Russian regions using DNA-strips of GenoType Mycobacterium CM/AS (Hain Lifescience, Germany). Tuberculosis and Lung Diseases. 2017; 95(5): 54–9 (in Russ.). <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2017-95-5-54-59>.
- Cowman S, van Ingen J, Griffith DE, Loebinger MR. Non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease. Eur Respir J. 2019; 54(1): 1900250. <https://doi.org/10.1183/13993003.00250-2019>.
- Hadjiliadis D, Adlakha A, Prakash UB. Rapidly growing mycobacterial lung infection in association with esophageal disorders. Mayo Clin Proc. 1999; 74(1): 45–51. <https://doi.org/10.4065/74.1.45>.
- Zyuzya YuR, Parkhomenko YuG, Zimina VN, et al. HIV-associated mycobacteriosis caused by non-tuberculosis mycobacteria *M. avium*. Features of morphological verification. Tuberculosis and Lung Diseases. 2015; 93(7): 56–7 (in Russ.).
- Mu J, Liu ZC, Zhang C, et al. Pathological characteristics and molecular diagnosis of non-tuberculosis Mycobacterium lung disease. Zhonghua Bing Li Xue Za Zhi. 2020; 49(6): 562–7 (in Chinese). <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112151-20191028-00669>.
- Mikhailovskiy AM, Churkin SA, Pashkova NA, Lepekha LN. Frequency of detection and specific morphology of nontuberculous mycobacteriosis in those at the advanced stage of HIV (as per data from Orenburg Region). Tuberculosis and Lung Diseases. 2016; 94(12): 57–61 (in Russ.). <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2016-94-12-57-61>.
- Lepekha LN, Krasnikova EV, Makaryants NN, et al. Tissue and cellular reactions in the lungs caused by different strains of slowly growing nontuberculous mycobacteria. Bulletin of the Central Research Institute of Tuberculosis. 2020; 4: 27–34 (in Russ.). <https://doi.org/10.7868/S2587667820040032>.
- Amansakhedov RB, Dmitrieva LI, Smirnova TG, et al. Radiological semiotics of different types of nontuberculous pulmonary mycobacterioses. Journal of Radiology and Nuclear Medicine. 2022; 103(1–3): 30–7 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-1-3-30-37>.
- To K, Cao R, Yegiazaryan A, et al. General overview of nontuberculous mycobacteria opportunistic pathogens: *Mycobacterium avium* and *Mycobacterium abscessus*. J Clin Med. 2020; 9(8): 2541. <https://doi.org/10.3390/jcm9082541>.