

РЕНТГЕНОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СЕМИОТИКА НЕТУБЕРКУЛЕЗНЫХ МИКОБАКТЕРИОЗОВ ЛЕГКИХ

Р.Б. Амансахедов, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.

Л.Н. Лепеха, доктор биол. наук, профессор, заведующий отделом патоморфологии, клеточной биологии и биохимии

Л.И. Дмитриева, канд. мед. наук, врач-рентгенолог

И.Ю. Андриевская, мл. науч. сотр.

А.Т. Сигаев, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр.

Н.Н. Макарьянц, доктор мед. наук, вед. науч. сотр., заведующий отделением дифференциальной диагностики

В.В. Романов, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом фтизиатрии

А.Э. Эргешов, доктор мед. наук, профессор, директор

ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»,

Яузская аллея, 2, Москва, 107564, Российская Федерация

X-RAY MORPHOLOGICAL SEMIOTICS OF NON-TUBERCULOUS MYCOBACTERIAL PULMONARY DISEASE

R.B. Amansakhedov, Cand. Med. Sc., Senior Researcher;
orcid.org/0000-0001-8760-1164

L.N. Lepekha, Dr. Biol. Sc., Professor, Head of Pathomorphology, Cell Biology and Biochemistry Department;
orcid.org/0000-0002-6894-2411

L.I. Dmitrieva, Cand. Med. Sc., Radiologist; orcid.org/0000-0003-4744-5253

I.Yu. Andrievskaya, Junior Researcher; orcid.org/0000-0003-0212-0201

A.T. Sigaev, Dr. Med. Sc., Professor, Chief Researcher; orcid.org/0000-0002-7249-9483

N.N. Makar'yants, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, Head of Differential Diagnosis Department;
orcid.org/0000-0002-6390-8759

V.V. Romanov, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Phthisiology Department;
orcid.org/0000-0001-6075-5147

A.E. Ergeshov, Dr. Med. Sc., Professor, Director; orcid.org/0000-0001-6383-1459

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

Цель исследования – оценка рентгенорадиологических особенностей нетуберкулезных микобактериозов (НТМБ) легких в сопоставлении с данными морфологического исследования.

Материал и методы. В исследование были включены 37 пациентов, у которых определялись рентгенологические признаки диссеминации и были выделены различные виды НТМБ. Исследование проведено на мультисрезовом компьютерном томографе (МСКТ) Somatom Emotion 16 фирмы Siemens с использованием алгоритма высокого разрешения. Для уточнения активности патологических изменений в органах грудной клетки 16 (43,2%) пациентов проведено радионуклидное исследование с ^{99m}Tc-технетрилом на гамма-камере Nucline Spirit в планарном и однофотонном эмиссионном компьютерном томографическом режиме.

Верификация диагноза осуществлялась на основании микроскопии мокроты и результатов клинико-лабораторных и бронхологического исследований: бронхоальвеолярного лаважа – у 11 (29,7%) пациентов, различных видов бронхобиопсий – у 17 (46,0%), по результатам морфологии видеоасистент-торакоскопической резекции легкого – у 9 (24,3%) пациентов.

Результаты. Очаги диссеминации при микобактериозах характеризовались локализацией в паренхиме легких с вовлечением сосудов, бронхов и реактивными изменениями листков

Objective: to evaluate the X-ray radiological features of non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease (NTMPD) versus morphological findings.

Material and methods. The investigation enrolled 37 patients, in whom the radiographic signs of dissemination were determined and various types of NTMPD were identified. The investigation was conducted on a Siemens Somatom Emotion 16 multislice computed tomography (MSCT) scanner using a high-resolution algorithm (Quick Time Virtual Reality). To clarify the activity of pathological changes in the thoracic organs, 16 (43.2%) patients underwent a radionuclide study with ^{99m}Tc-technetrite on a Nucline Spirit gamma camera in planar and single photon emission computed tomography modes.

The diagnosis was verified by sputum smear microscopy and clinical laboratory and bronchologic examinations: bronchoalveolar lavage in 11 (29.7%) patients, various types of bronchial biopsies in 17 (46.0%), morphological examinations, and video-assisted thoracoscopic surgery for pulmonary resection in 9 (24.3%).

Results. The dissemination foci in mycobacterial diseases were characterized by their location in the lung parenchyma with vascular and bronchial involvement and reactive changes in the pulmonary pleurae and intrathoracic lymph nodes (ITLN). In 92.7% of cases, the detected foci were predominantly centrilobu-

плевры и внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ). В 92,7% случаев выявляемые очаги были преимущественно центрилобулярными, с эндобронхиальной локализацией. В 98,7% случаев очертания их были различными, с четким и нечетким контуром. В 70,3% случаев очаги располагались асимметрично, с локализацией преимущественно в субплевральных отделах легких, и 12,3% случаев сопровождались реактивным вовлечением висцеральной плевры.

При КТ-исследовании симптом «дерева в почках» наблюдался в 96,7%, «матового стекла» – в 10,2%, «мозаичной перфузии» – в 13,2% случаев. Увеличение внутригрудных узлов более 10 мм выявлено в 11,7% случаев.

В ряде случаев оценить активность патологического процесса в легких, ВГЛУ по данным МСКТ было затруднительно. При этом использовалось радионуклидное исследование легких с ^{99m}Tc-технетрилом в планарном режиме. В планарном режиме анализировались степень накопления препарата, локализация патологического процесса и его распространенность.

Заключение. Характерными для НТМБ КТ-признаками являются: асимметричное расположение очагов с эндобронхиальным распространением, перибронховаскулярной локализацией очагов, наличие КТ-симптома «дерево в почках», слабое вовлечение в процесс листков плевры. По результатам использования ^{99m}Tc-технетрила установлены локализация наиболее активной зоны воспалительного процесса в легких и накопление РФП в патологически измененных лимфатических узлах.

Ключевые слова: компьютерная томография; нетуберкулезный микобактериоз легких; сцинтиграфия легких; морфология.

Для цитирования: Амансахедов Р.Б., Лепеха Л.Н., Дмитриева Л.И., Андриевская И.Ю., Сигаев А.Т., Макарьянц Н.Н., Романов В.В., Эргешов А.Э. Рентгеноморфологическая семиотика нетуберкулезных микобактериозов легких. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99 (4): 184–90. DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-4-184-190

Для корреспонденции: Амансахедов Расул Бердиевич; E-mail: rasul.amansahedov@mail.ru

Поступила 12.02.2018

Принята к печати 27.02.2018

Введение

Нетуберкулезный микобактериоз (НТМБ) легких – инфекционное заболевание системы органов дыхания, вызванное атипичными микобактериями [1]. К наиболее значимым в клинической практике НТМБ относятся *M. avium*, *M. kansasii*, *M. xenopi*, *M. chelonae*, *M. fortuitum*, *M. abscessus*, *M. malmoense* и некоторые другие, генетически «сходные» с *M. tuberculosis* [2].

Выявление нетуберкулезных микобактериозов в настоящее время является особой международной проблемой. Истинное распространение НТМБ в мировой практике мало изучено. В отдельных странах, например в Японии, заболеваемость НТМБ в 2014 г. составила 14,7 на 100 тыс. населения [3]. В России распространен-

ность этой инфекции не ясна. Остро стоит проблема рентгенологической диагностики и дифференциальной диагностики микобактериозов с другими гранулематозами. Это связано с тем, что НТМБ могут проявляться и как самостоятельная нозология, и сочетаться с целым рядом других бронхолегочных заболеваний [4].

В настоящее время описаны три основные формы поражений легких при НТМБ:

- фибринозно-кавернозная – с предшествующими (и сопутствующими) хронической обструктивной болезнью легких, пневмокониозами, излеченным туберкулезом;

- узелково-бронхоэктатическая – с поражением правой средней и язычковой долей, с диффузными бронхоэктазами;

- гиперчувствительный пневмонит – в результате экспозиции с контаминированной НТМБ горячей водой или «промышленными» веществами [5, 6].

Основными методами диагностики легочных НТМБ наряду с данными анамнеза и клинико-лабораторного обследования являются методы лучевой диагностики. В последние годы все большее значение приобретает МСКТ в комплексе с изучением мокроты и бронхоальвеолярного лаважа (БАЛ), материалов биопсии (морфологическое, бактериологическое и молекулярно-генетическое исследования). При этом микробиологическом анализе клинического материала общепринятым критерием является повторное (не менее 2 раз) выделение одного и того же вида НТМБ [7–9].

CT study revealed a tree-in-bud sign in 96.7% of cases, frosted glass in 10.2%, and mosaic perfusion in 13.2%. A more than 10-mm increase in ITLN was found in 11.7% of cases.

In a number of cases, it was difficult to speak about the activity of the pathological process in the lung and ITLN, as shown by MSCT. In this case, a lung radionuclide study with ^{99m}Tc-technetrite was carried out in the planar mode. The degree of tracer accumulation, localization, and extent were analyzed in the planar mode.

Conclusion. Thus, the CT typical signs of NTMPD are the asymmetric location of its foci with an endobronchial extension, peribronchovascular localization of foci; the presence of a CT tree-in-bud sign; and the slight involvement of the pulmonary pleurae in the process. ^{99m}Tc-technetrite radionuclide study has established that the most active inflammatory process is located in the lung and the tracer accumulates in the pathologically altered lymph nodes.

Index terms: computed tomography; non-tuberculous mycobacterial pulmonary diseases; lung scintigraphy; morphology.

For citation: Amansakhedov R.B., Lepekha L.N., Dmitrieva L.I., Andrievskaya I.Yu., Sigaev A.T., Makar'yants N.N., Romanov V.V., Ergeshov A.E. X-ray morphological semiotics of non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2018; 99 (4): 184–90 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-4-184-190

For correspondence: Rasul B. Amansakhedov; E-mail: rasul.amansahedov@mail.ru

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

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

Received February 12, 2018

Accepted February 27, 2018

Важным критерием для установления диагноза «микобактериоз» при обнаружении НТМБ в патологическом материале является гистологическая картина гранулематозного воспаления и морфологическая трактовка изменений пораженной легочной ткани. В настоящее время во всем мире признана эффективность применения компьютерной томографии высокого разрешения (КТВР) в изучении патологии органов дыхания, так как оценка структурных изменений легких и их локализация тесно связаны между собой. Сопоставление выявленных рентгенологических изменений с результатами морфологического исследования позволяет устранить многие вопросы, возникающие при установлении заболевания органов дыхания [10, 11].

Наряду с определением рентгеноморфологического субстрата измененного легкого клиницисту необходимы данные об изменении в клеточном метаболизме и физиологии тканей, где происходит патологический процесс, предшествующий морфологическим изменениям [12, 13]. Оценку функционального состояния легкого и внутригрудных лимфатических узлов можно провести с помощью сцинтиграфии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ). Суть метода радиоизотопной диагностики заключается в применении радиофармпрепаратов (РФП), которые способны накапливаться между нормальной и пораженной тканью, тем самым оценивая функциональные возможности конкретного органа.

Результаты детального изучения МСКТ-признаков в сопоставлении с данными морфологического исследования, вопросы информативности сцинтиграфии и ОФЭКТ при легочных микобактериозах представлены в литературных источниках недостаточно полно. В связи с этим целью нашего исследования была оценка рентгенорадиологичес-

ких особенностей нетуберкулезных микобактериозов легких в сопоставлении с данными морфологического исследования.

Материал и методы

Проанализированы результаты исследований диагностических образцов мокроты, БАЛ, различных видов бронхобиопсий и видеоассистент-торакоскопической (ВАТС) резекции, полученные от 37 пациентов в период с 2012 по 2017 г. В группе было 18 женщин и 19 мужчин, средний возраст составил 57 (медиана 46; 64) лет. Все клинические изоляты были получены после посева диагностического материала на жидкую питательную среду Middlebrook 7H9 в автоматизированной системе ВАСТЕСМГИТ 960 (Becton Dickinson, США). Выросшие культуры подвергались идентификации на принадлежность к нетуберкулезным микобактериям. Для идентификации применяли комплекс методов: иммунохроматографический тест по определению антигена МРТ64 (Standard Diagnostics, Корея), микроскопия с окраской по Цилю–Нильсену для выявления кислотоустойчивых микроорганизмов. С целью контроля контаминации неспецифической микрофлорой проводили посев культуры на кровяной агар. Видовую идентификацию культур с отрицательным иммунохроматографическим тестом, положительной микроскопией по Цилю–Нильсену выполняли с использованием набора реагентов GenoType Mycobacterium CM/AS (Hain Lifescience, Германия).

Материалы трансбронхиальных, ВАТС-биопсий фиксировали 10% формалином, заключали в парафин. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином и просматривали в световом микроскопе Olympus VX43 (Япония).

Всем пациентам выполнена МСКТ на аппарате Somatom Emotion 16 фирмы Siemens. У 16 пациентов дополнительно прове-

дено радионуклидное исследование на гамма-камере Nucline Spirit в планарном и ОФЭКТ-режимах с применением радиофармпрепарата ^{99m}Tc -технетрила.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ Microsoft Excel. Достоверность различий между качественными показателями сравниваемых групп определяли с помощью критерия χ^2 .

Результаты

При культивировании диагностического материала рост микобактерий был получен с 4-го по 20-й день. Идентификация нетуберкулезных микобактерий с использованием ДНК-стрипов Hain Lifescience (Германия) позволила выявить следующие виды НТМБ: медленнорастущие – *M. avium* – 16 (43,2%), *M. intracellulare* – 4 (10,8%), *M. kansasii* – 5 (13,5%), *M. xenopi* – 3 (8,1%), *M. gordonae* – 2 (5,4%), *M. simiae* – 1 (2,7%) случай; быстрорастущие – *M. chelonae* – 3 (8,1%), *M. abscessus* – 3 (8,1%) случая.

В ходе исследования проводился сравнительный анализ рентгенологических изменений (очаговые изменения в паренхиме легких, состояние кровеносных сосудов, воздухоносных путей, плевральных листков и внутригрудных лимфатических узлов) с данными морфологического исследования.

Перибронховаскулярное распространение очагов диссеминации при НТМБ на компьютерных томограммах отображалось как четкообразное уплотнение интерстиция с элементами слабовыраженной инфильтрации прилежащей стромы. Изменения аксиального интерстиция сочетались также с единичными мелкоочаговыми уплотнениями, расположенными как дискретно, так и небольшими группами (рис. 1). На гистологических срезах выявлены скопления рыхлых гистиоцитарно-макрофагальных гранулем (ГМГ) без некроза. Эти изменения иллюстрируют резуль-

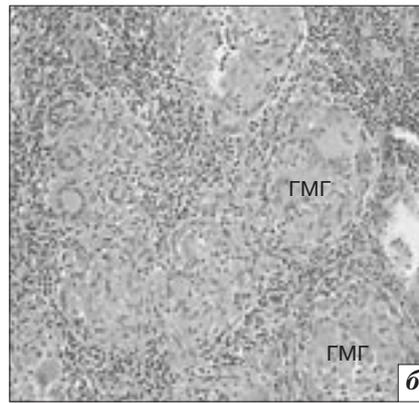


Рис. 1. Нетуберкулезный микобактериоз легких, подострое течение:

a – КТВР, легочное окно, аксиальный срез на уровне дуги аорты: перибронховаскулярная моноформная мелкоочаговая диссеминация; *б* – гистологическое исследование: скопления рыхлых ГМГ без некроза, окраска гематоксилином и эозином, ув. 400

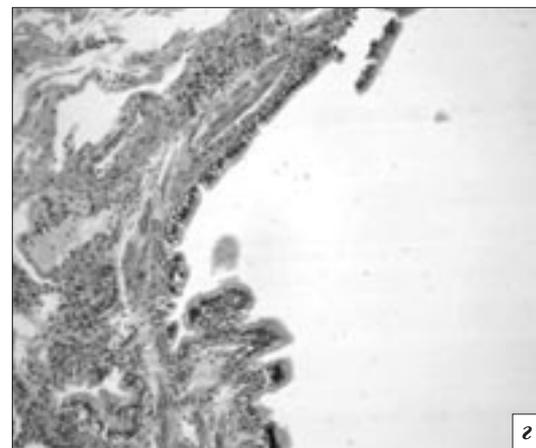
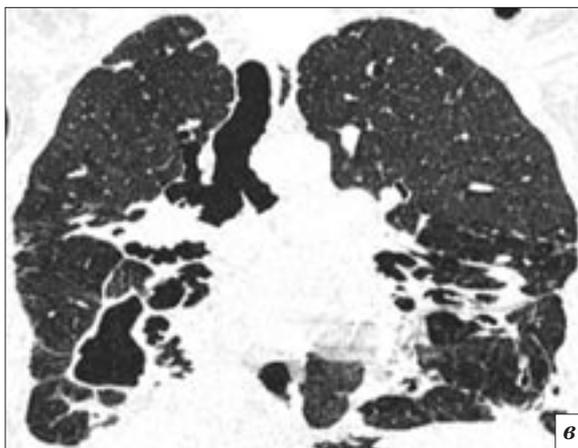
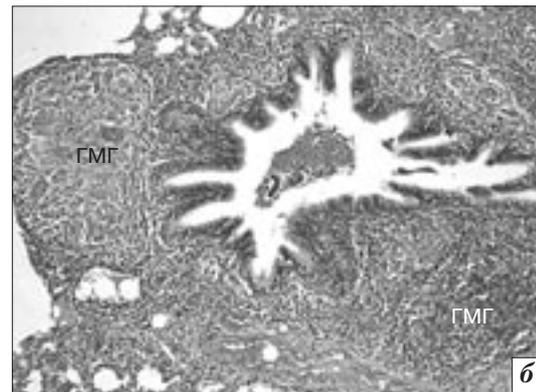
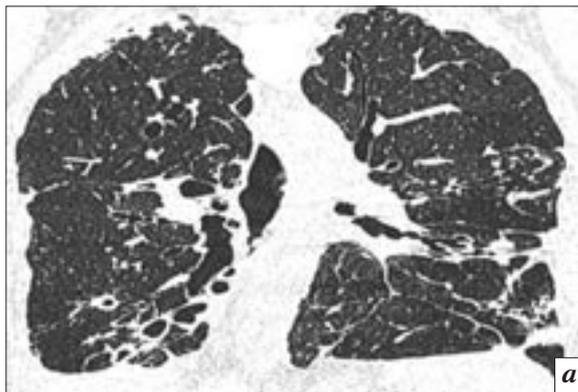


Рис. 2. Нетуберкулезный микобактериоз легких, хроническое течение:

a – КТВР, легочное окно, мультипланарная реконструкция (МПР), фронтальная реконструкция: распространенный перибронхиальный фиброз с тракционными бронхоэктазами; *б* – гистологическое исследование: бронхоэктаз терминальной бронхиолы, окруженный ГМГ, окраска гематоксилином и эозином, ув. 240; *в* – КТВР, легочное окно, МПР, фронтальная реконструкция: участки фиброза, бронхоэктазий и крупной кистозной полости; *г* – гистологическое исследование – фрагмент стенки кистозного бронхоэктаза с эпителиальной выстилкой, окраска гематоксилином и эозином, ув. 400

таты сравнительной оценки КТ-семиотики с данными гистологического изучения участка легкого, полученного при VATS-резекции у больной с НТМБ.

Изменения сосудистой стенки по данным морфологического исследования чаще всего носили гранулематозный характер. Изменения бронхиального дерева

при НТМБ сопровождались симптомами бронхита, бронхиолита с формированием симптома «дерево в почках», выявлялись у 96,7% пациентов и в 70,3% случаев локализовались в субплевральных отделах легких. Изменения бронхиального дерева на КТ были представлены главным образом цилиндрическими, вари-

козными, кистозными бронхоэктазами как локального, так и диффузного характера, местами с одиночными крупными кистозными полостями, и подтверждены морфологически (рис. 2).

Изменения плевры чаще всего носили реактивный характер, без признаков воспаления. Вместе с тем при хроническом тече-

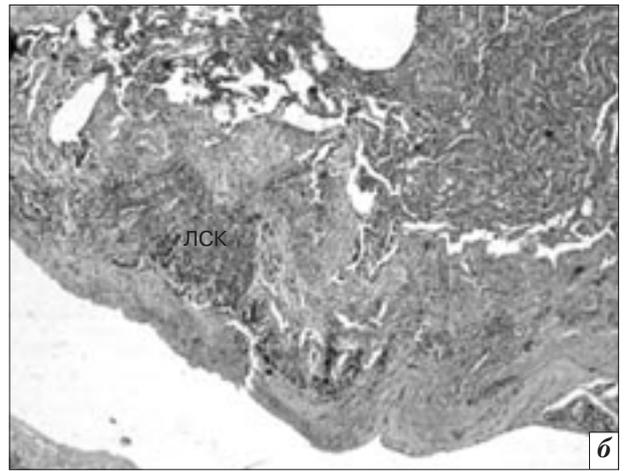


Рис. 3. Нетуберкулезный микобактериоз легких, подострое течение:

a – КТВР, мягкотканое окно, аксиальный срез на уровне левой подключичной артерии: выявляются подплеврально расположенные нечетко очерченные очаги сливного характера с реактивной инфильтрацией листков плевры; *б* – гистологическое исследование: на значительном протяжении висцеральной плевры без признаков воспаления имеются участки субплеврального очагового фиброза и подплевральные лимфоидные скопления (ЛСК), окраска гематоксилином и эозином, ув. 120

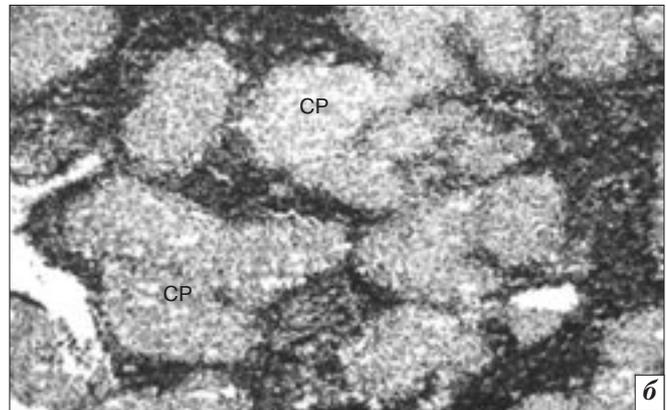
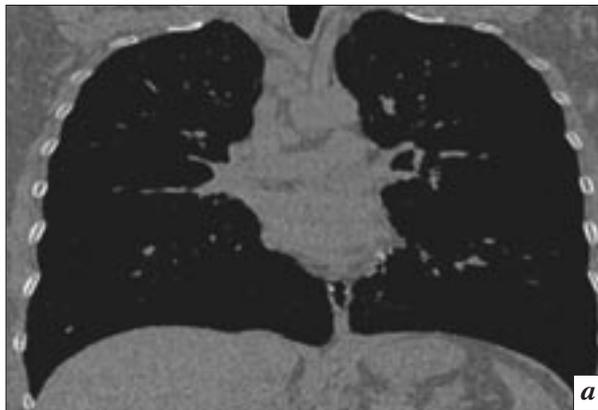


Рис. 4. Нетуберкулезный микобактериоз легких, подострое течение:

a – КТВР, мягкотканое окно, МПР, фронтальная реконструкция: выявляются увеличенные в размерах лимфатические узлы верхней, нижней паратрахеальной группы, без признаков вовлечения окружающей клетчатки; *б* – гистологическое исследование: реактивные изменения паренхимы лимфатических узлов по типу саркоидной реакции (СР), окраска гематоксилином и эозином, ув. 420

нии заболевания можно наблюдать «сращение» ее листков с участками фиброза в субплевральной легочной паренхиме.

Морфологическое исследование также свидетельствует об отсутствии выраженных признаков воспалительного процесса висцеральной плевры у большинства больных НТМБ. Однако в области более значительных структурных изменений отмечались лимфоидные инфильтраты различной степени выраженности (рис. 3).

Согласно результатам анализа внутригрудных лимфатичес-

ких узлов, у 7 (18,9%) пациентов размер их колебался от 10 до 14 мм. В своей работе мы использовали возможности метода КТ по оценке не только размеров, структуры, формы лимфатических узлов, преимущественной заинтересованности той или иной их группы, но также вовлечения в процесс перинодулярной клетчатки. Структуру лимфатических узлов по данным КТ можно характеризовать на основании ее плотности, используя шкалу Хаунсфилда (рис. 4).

Изменения внутригрудных лимфатических узлов при мико-

бактериозах характеризовались как однородной структурой, так и участками неравномерного очагового уплотнения узла, без признаков инфильтрации перинодулярной клетчатки.

В ряде случаев оценить изменения в лимфатических узлах по результатам МСКТ было затруднительно. При планарной сцинтиграфии с ^{99m}Tc-технетрилом анализировалась степень накопления РФП в паренхиме, строме легких, тогда как ОФЭКТ мы применяли для уточнения накопления РФП в лимфатических узлах.

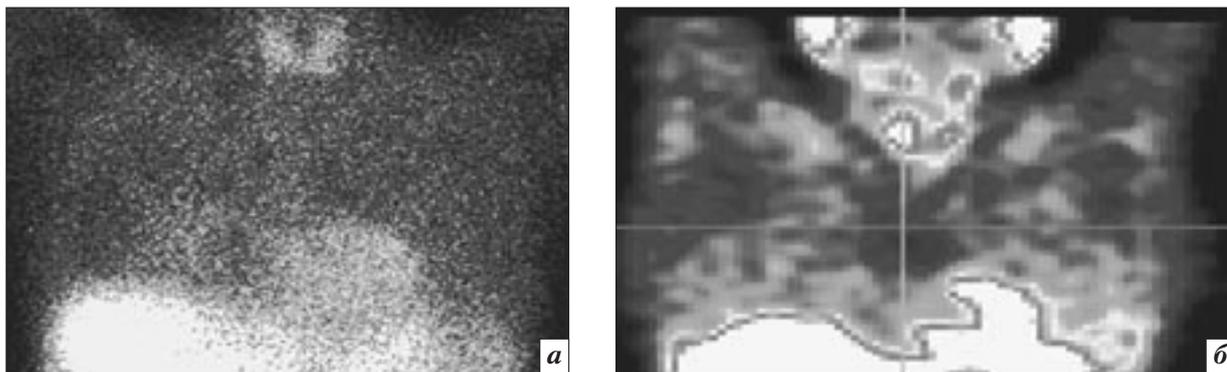


Рис. 5. Нетуберкулезный микобактериоз легких, подострое течение:

а – планарная сцинтиграфия, передняя проекция: накопление РФП ^{99m}Tc -технетрила в наиболее выраженных участках воспаления правого легкого; *б* – ОФЭКТ: реактивные изменения паренхимы лимфатических узлов без накопления ^{99m}Tc -технетрила

По данным сцинтиграфии и ОФЭКТ, интенсивное накопление ^{99m}Tc -технетрила в зонах активного воспаления легочной ткани выявлено в 45,5% случаев, тогда как накопление РФП в лимфатических узлах не зависело от их размеров, что было установлено в 23,1% случаев (рис. 5).

Обсуждение

Результаты проведенного нами исследования свидетельствуют, что при НТМБ легких очаги диссеминации имели неравномерную, асимметричную распространенность и преимущественно подплевральную, перибронховаскулярную локализацию.

Сравнительные рентгеноморфологические данные КТ-симптома «матовое стекло» при НТМБ соответствовали периваскулярной лимфоидной инфильтрации, с изменениями кровеносных сосудов в виде гранулематозного васкулита, без признаков казеозного некроза. По накоплению РФП ^{99m}Tc -технетрила эти изменения соответствовали активному участку инфильтрации легочной ткани.

Изменения бронхов характеризовались распространенными бронхоэктазиями проксимальных, дистальных отделов бронхов, бронхиол в нижних долях, средней доле и язычковых сегментах легкого с признаками

симптома «дерево в почках» (tree-in-bud), являющимися критерием эндобронхиального распространения воспалительного процесса [14].

Выделены следующие рентгеноморфологические типы бронхоэктазов: цилиндрические, варикозные, кистозные, стенки которых гистологически верифицированы как эктазированные бронхи с эпителиальной выстилкой. Увеличение внутригрудных лимфатических узлов более 10 мм по короткой оси уставлено в 11,7% случаев. По данным гистологического исследования, лимфатические узлы представлены гомогенной структурой, чаще округлой или овальной формы, с четкими, гладкими контурами и саркоидной реакцией паренхимы лимфатического узла без инфильтрации перинодулярной клетчатки. Накопление РФП ^{99m}Tc -технетрила во внутригрудных узлах отмечено в 23,1% случаев.

При отсутствии достоверных воспалительных изменений плевральных листков установлены участки плеврального фиброза различной степени выраженности, сочетающиеся с лимфоидными инфильтратами в субплевральной легочной паренхиме.

Заключение

Сопоставление рентгенологических изменений в легких при нетуберкулезных микобактерио-

зах с данными морфологического анализа позволяет определять преимущественную локализацию очагов в паренхиме легких, характер вовлечения сосудов, бронхов, плевры и внутригрудных лимфатических узлов. Результаты радионуклидного исследования дают возможность дополнительно установить активность, распространенность процесса в легких и ВГЛУ. Полученные данные позволяют клиницисту определить методы верификации и тактику лечебных мероприятий в отношении этой группы больных.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (МКБ-10). Принята 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения. Утверждена МЗ РФ 25 мая 1998 г. № 2000: 52–98. [International classification of diseases 10th revision (ICD-10) adopted by the 43rd world Health Assembly. Approved by the MOH of the Russian Federation on May 25, 1998, 2000: 52–98 (in Russ..)]

2. Литвинов В.И., Богородская Е.М., Борисов С.Е. (ред.) Нетуберкулезные микобактерии, микобактериозы. М.: МНПЦБТ; 2014. [Litvinov V.I., Bogorodskaya E.M., Borisov S.E. (Eds). Non-tuberculosis mycobacteria, mycobacterioses. Moscow: MNPTsBT; 2014 (in Russ.).]
3. Моримото К., Идзуми К. Распространенность нетуберкулезной легочной болезни в Японии: анализ национальной базы данных по медицинской страхованию: Абстракт Международной конференции Американского торакального общества № P1219/A3719. Япония; 2016. URL: <https://conference.thoracic.org/program/resources/2016/2016-ATS-Final-Program.pdf> (дата обращения 02.08.2018). [Morimoto K., Idzumi K. Prevalence of non-tuberculosis pulmonary disease in Japan: analysis of the national health insurance database: Abstract, International conference of American Thoracic Society No. P1219/A3719. Japan; 2016 (in Russ.). Available at: <https://conference.thoracic.org/program/resources/2016/2016-ATS-Final-Program.pdf> (accessed 2 August 2018).]
4. Эргешов А.Э., Шмелев Е.И., Ковалевская М.Н., Ларионова Е.Е., Черноусова Л.Н. Нетуберкулезные микобактерии у пациентов с заболеваниями органов дыхания (клинико-лабораторное исследование). *Пульмонология*. 2016; 26 (3): 303–8. DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-3-303-308 [Ergeshov A.E., Shmelev E.I., Kovalevskaya M.N., Larionova E.E., Chernousova L.N. Nontuberculous mycobacteria in patients with respiratory diseases (a clinical study). *Pul'monologiya (Russian Pulmonology)*. 2016; 26 (3): 303–8 (in Russ.). DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-3-303-308]
5. Timpe A., Runyon E.H. The relationship of “atypical” acid-fast bacteria to human disease. *J. Lab. Clin. Med.* 1954; 44 (2): 202–9.
6. Griffith D.E., Aksamit T., Brown-Elliott B.A. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2007; 175 (4): 367–416.
7. Marras T.K., Daley C.L. Epidemiology of human pulmonary infection with nontuberculous mycobacteria. *Clin. Chest. Med.* 2002; 23 (3): 553–67.
8. Литвинов В.И., Макарова Н.В., Краснова М.А. Нетуберкулезные микобактерии. М.: МНПЦБТ; 2008. [Litvinov V.I., Makarova N.V., Krasnova M.A. Non-tuberculosis mycobacteria. Moscow: MNPTsBT; 2008 (in Russ.).]
9. Оттен Т.Ф., Васильев А.В. Микобактериоз. СПб: Медицинская пресса; 2005. [Otten T.F., Vasilyev A.V. Mycobacteriosis. St. Petersburg: Meditsinskaya pressa; 2005 (in Russ.).]
10. Гунтупова Л.Д., Борисов С.Е., Соловьева И.П., Макарова М.В., Хачатурьянц Е.Н. Микобактериозы во фтизиопульмонологической практике: обзор литературы и собственный опыт. *Практическая медицина*. 2011; 3 (51): 39–50. [Guntupova L.D., Borisov S.E., Solovyeva I.P., Makarova M.V., Hachaturyants E.N. Mycobacteriosis in phthisiopulmonologic practice: an overview of literature and own experience. *Prakticheskaya Meditsina (Practical Medicine)*. 2011; 3 (51): 39–50 (in Russ.).]
11. Самсонова М.В., Черняев А.Л. Гранулематозные заболевания легких. *Пульмонология*. 2017; 27 (2): 250–61. DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-2-250-261 [Samsonova M.V., Chernyaev A.L. Granulomatous lung diseases. *Pul'monologiya (Russian Pulmonology)*. 2017; 27 (2): 250–61 (in Russ.). DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-2-250-261]
12. Дмитриева Л.И., Шмелев Е.И., Степанян И.Э., Сигаев А.Т. Принципы лучевой диагностики интерстициальных заболеваний легких. *Пульмонология*. 1999; 4: 11–7. [Dmitrieva L.I., Shmelev E.I., Stepanyan I.E., Sigaev A.T. Principles of radiation diagnosis of interstitial lung diseases. *Pul'monologiya (Russian Pulmonology)*. 1999; 4: 11–7 (in Russ.).]
13. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. СПб: ЭЛБИ-СПб; 2003. [Tyurin I.E. Computed tomography of the chest cavity. St. Petersburg: ELBI-SPb; 2003 (in Russ.).]
14. Im J.G., Itoh H., Shim Y.S. Pulmonary tuberculosis CT findings – early active disease and sequential change with antituberculosis therapy. *Radiology*. 1993; 186 (1): 653–60.