

## ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОЧАГОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЕГКИХ

Александрова К.А., Серова Н.С.

**О**чаговые заболевания легких объединяют собой группу болезней, имеющих большую вариабельность, широкую распространённость, требующие долгосрочного и дорогостоящего лечения. Лишь своевременное выявление данной группы заболеваний способствует снижению летальности, уменьшению затрат на проводимое лечение, а также повышению качества жизни у пациентов с данными патологиями легких.

В данном научном обзоре представлена оценка очаговых заболеваний легких с помощью методов лучевой диагностики. Описаны диагностические возможности рентгенографического исследования, а также методы КТ и МСКТ в выявлении очаговых заболеваний легких. Представлены преимущества каждого из методов, а также их ограничения в клинической практике.

**Ключевые слова:** очаговые заболевания легких, мультиспиральная компьютерная томография, рентгенография, компьютерная томография.

Контактный автор: Александрова К.А., ksenia\_alexandrova@mail.ru

*Для цитирования:* Александрова К.А., Серова Н.С. Лучевые методы оценки очаговых заболеваний легких. *REJR*. 2016; 6 (4):109-116. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-109-116.

Статья получена: 14.11.2016

Статья принята: 28.11.2016

ФГБОУ ВО Первый  
МГМУ им. И.М.  
Сеченова.  
Москва, Россия

## RADIOLOGY OF FOCAL LUNG DISEASES

Alexandrova K.A., Serova N.S.

**F**ocal lung diseases is a group of disorders with numerous variability, widespread distribution that requires long and expensive treatment. Only the timely detection of these diseases reduces the mortality rate and the cost of treatment and improves the quality of life in patients with such pathologies.

This review is dedicated to the evaluation of focal lung diseases using radiological methods. It describes the diagnostic capabilities of X-ray studies, as well as methods of CT and MDCT in detecting focal lung diseases. The review presents the advantages of each method and their limitations in clinical practice.

**Keywords:** focal lung disease, multidetector computed tomography, radiography, computed tomography.

Corresponding author: Alexandrova K.A., ksenia\_alexandrova@mail.ru

*For citation:* Alexandrova K.A., Serova N.S. Radiology of focal lung diseases. *REJR*. 2016; 6 (4):109-116. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-109-116.

Received: 14.11.2016

Accepted: 28.11.2016

I.M. Sechenov First  
Moscow State Medical  
University.  
Moscow, Russia

**О**чаговые заболевания легких – это группа заболеваний, объединенных наличием инфильтрата. Под инфильтратом понимается участок ткани, характеризующийся скоплением обычно не свойственных ему клеточных элементов (воспалительных, эозинофильных, опухолевых), увеличенным объемом и повышенной плотностью. Очаги в легочной ткани определяются как участки уплотнения округлой или близкой к ней формы, размером до 10 мм [1-4].

Классификация инфильтратов по морфологии: инфекционно-воспалительные (пневмония, туберкулез, бронхоэктазы, абсцессы, паразитарные заболевания), инфильтраты при опухолях (рак, лимфома, карцинома, метастазы, гамартома), неопухолевые и неинфекционные (гранулематоз, саркоидоз, аспергиллез, доля непарной вены, внутрилегочные кровотечения, кисты бронхов) [5].

В настоящее время выделяют несколько классификаций очаговых заболеваний легких:

Классификация инфильтратов по размеру и форме: очаговые легочные инфильтраты, многоочаговые легочные инфильтраты, истинные сегментарные инфильтраты, полостные секвестраты, единичные узлы, множественные узлы [6].

Очаговые изменения в легких составляют анатомическую основу большого рентгенологического синдрома – очаговой диссеминации. Очаги нередко служат единственным проявлением патологического процесса, однако у значительной части пациентов они сочетаются с другими проявлениями легочной патологии, например, с ретикулярными изменениями, повышением или понижением воздушности легочной ткани. Очаговые изменения могут быть локальными, если занимают до двух сегментов одного легкого, или диффузными, если распространяются на три сегмента и более [7-8].

Очаговые диссеминации разделяют на односторонние и двусторонние, в последнем случае патологический процесс может быть симметричным или несимметричным, с преобладанием изменений в одном легком или его части. Относительно редко очаги распределяются равномерно на всем протяжении легочных полей (например, при милиарном туберкулезе). Значительно чаще диссеминация преобладает в верхних или нижних частях легких, в прикорневых или кортикальных отделах. Эти особенности имеют известное дифференциально-диагностическое значение. Так, более выраженные изменения в верхних долях типичны для хронического течения гематогенного туберкулеза, а нарастание изменений по направлению к диафрагме характерно для гематогенных метастазов. Прикорневая локализация очагов

часто встречается при саркоидозе, в то время как преобладание очагов в кортикальных отделах легких нередко наблюдается при подостром течении гиперчувствительного пневмонита. Очаги в легочной ткани отличаются большим разнообразием размеров, плотности (интенсивности тени при рентгенографии), структуры и характера контуров [9].

#### **Рентгенологическое исследование легких.**

Рентгенография является основным лучевым методом исследования больных с предполагаемой патологией легких [10-13]. Исследование начинается с выполнения снимка в прямой проекции, при ортопозиции пациента, после чего исследование оценивается и определяется дальнейшая тактика обследования: назначается снимок в правой или левой боковой проекции, или выбирается какой-то дополнительный метод рентгенологического или лучевого исследования [14-15]. Кроме стандартной проекции применяют рентгенографию в других позициях пациента: гиперкифоз (больной наклоняет туловище вперед таким образом, чтобы кончики пальцев доставали колен) – для детального изучения верхушек легких, что имеет значение при поиске туберкулезных очагов в легких; контрлатерография (снимок «больного лёгкого» в прямой проекции на здоровом боку) – для дифференциации истинной милиарной диссеминации (метастазы, пневмокониоз, туберкулёз), от псевдодиссеминации при застойных явлениях в малом круге кровообращения, при интерстициально-очаговых поражениях легких (альвеолиты) [16].

Для установления характера патологического процесса, вызвавшего формирование очага, необходимо проанализировать ряд рентгенологических симптомов: положение очагов, их количество, форму, размеры, интенсивность, структуру и контуры, состояние окружающей легочной ткани, корней легких и средостения, динамика наблюдения. Наличие особо важного признака или совокупности рентгенологических симптомов помогает определить нозологическую форму заболевания. Однако, порой схожесть анатомических, клинических и рентгенологических данных создает непреодолимые сложности в дифференциальной диагностике [17].

Постоянное совершенствование рентгенодиагностической техники способствовало созданию малоинвазивных цифровых рентгеновских аппаратов с высоким пространственным разрешением, предельной контрастной чувствительностью и высоким динамическим диапазоном, позволяющим диагностировать патологию легких на ранних этапах ее появления и развития [18].

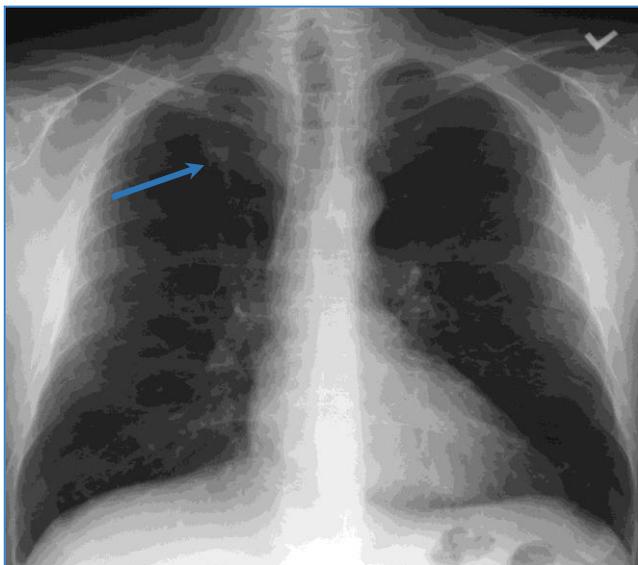


Рис. 1, а. (Fig. 1, a).

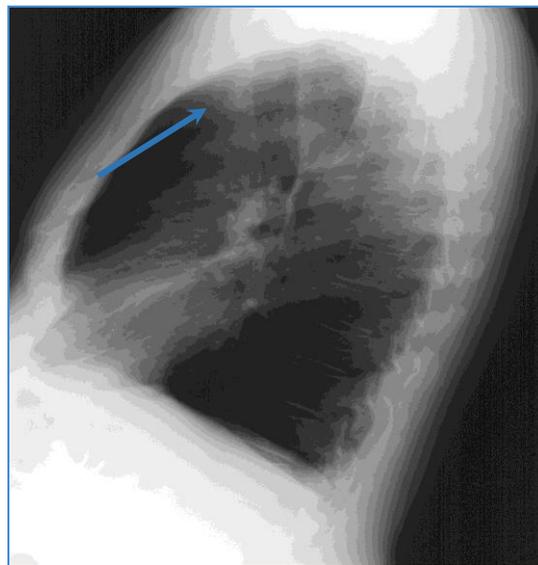


Рис. 1, б. (Fig. 1, b).

**Рис. 1. Рентгенограмма органов грудной клетки, прямая (а) и боковая проекции (б).**

В верхней доле левого легкого определяется очаг округлой формы, с четкими неровными контурами (стрелка).

**Fig. 1. Radiograph, chest, straight (a) and lateral view (b).**

In the upper lobe of the left lung there is a focus of round shape, with a clear uneven contours (arrow).

Однако, несмотря на постоянное техническое совершенствование рентгеновского оборудования и разработку методологических подходов в дифференциальной диагностике периферических опухолевых и неопухолевых образований легких, процент ошибок в установлении правильного заключения составляет от 15 до 30 [19-24].

Обычная традиционная рентгенография представляет собой суммацию трехмерного изображения на двухмерной плоскости, в связи с чем на рентгенограмме суммируется отображение многообразных структурных элементов, расположенных на разных уровнях, в результате суперпозиции на снимке возникает скалло-гическое изображение, для которого нет морфологического субстрата [25]. Также большинство отечественных и зарубежных исследователей обращают внимание о сложности визуализации очагов, локализующихся в трудно доступных отделах легких, так называемых «немых» зонах. К ним относятся парамедиастинальные, субплевральные и ретродиафрагмальные участки легочной ткани [26-29].

В последнее время в диагностике заболеваний легких вырос интерес к томосинтезу (ТС) – рентгенологической методике исследования, которая позволяет получать определенное количество послойных изображений исследуемой области пациента за один проход рентгеновской трубки. Томосинтез улучшает выявляе-

мость и уточняет характеристику патологических изменений органов грудной клетки, выявленных при цифровой рентгенографии, и при этом обладает относительно низкой лучевой нагрузкой [30].

Томосинтез уступает МСКТ в возможностях диагностики заболеваний и повреждений органов грудной клетки, однако позволяет после проведения цифровой рентгенографии в 67,2% наблюдений получить дополнительную информацию, которая в 39,8% случаев клинически значима и позволяет изменить тактику дальнейшего обследования пациентов. В качестве уточняющей методики томосинтез может дополнить алгоритм обследования пациентов с патологией органов грудной клетки [31].

В целом, рентгенологический метод исследования позволяет оценивать в основном морфологические особенности органов дыхания (форма, размер и положение отдельных элементов легочного рисунка, корней и др.). Проблему проекционного и суммационного искажения решает рентгеновская компьютерная томография (РКТ) [32].

**Компьютерная томография (КТ) и мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ).**

Компьютерная томография (КТ) и мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)

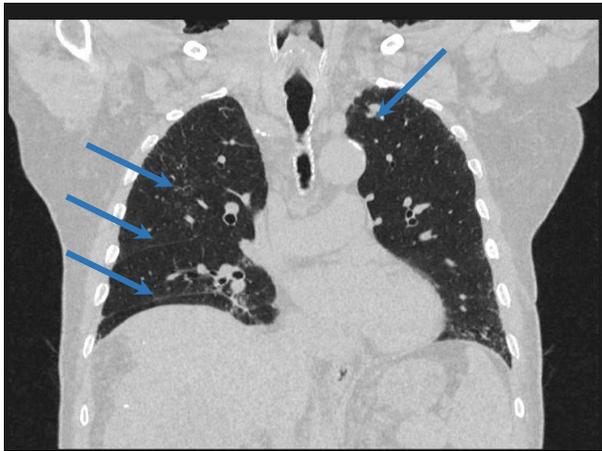


Рис. 2. (Fig. 2).

Рис. 2. МСКТ. Фронтальная реконструкция.

В обоих легких определяются множественные разнокалиберные очаги с четкими ровными контурами (стрелки).

Fig. 2. MSCT. Frontal reconstruction.

In both lungs are determined multiple different-sized focuses with a clear smooth contours (arrows).

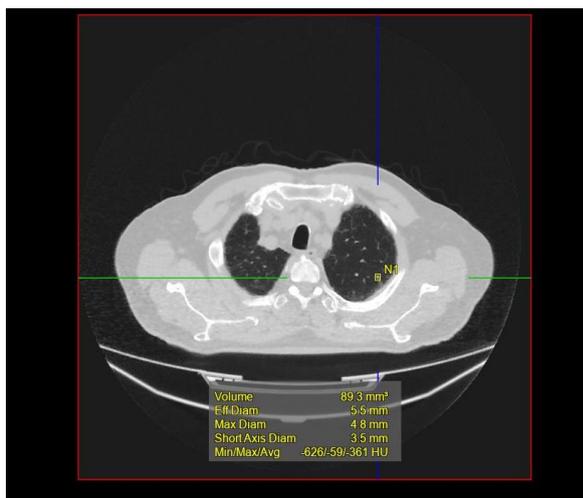


Рис. 3, а. (Fig. 3, а).

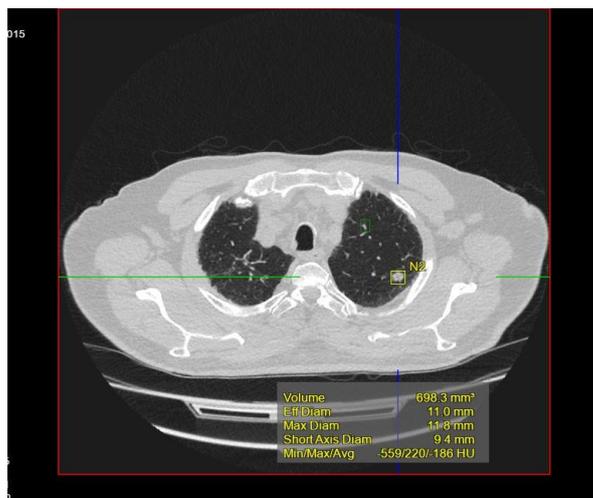


Рис. 3, б. (Fig. 3, б).

Рис. 3. МСКТ. Аксиальная реконструкция.

Измерение объема патологического очага в легких (мм<sup>3</sup>) в динамике с интервалом в два месяца, обработанного на рабочей станции Vitrea.

Fig. 3. MSCT. Axial reconstruction.

Volume measurement of a pathologic focus in the lung (mm<sup>3</sup>) in dynamics with an interval of two months processed on a Vitrea workstation.

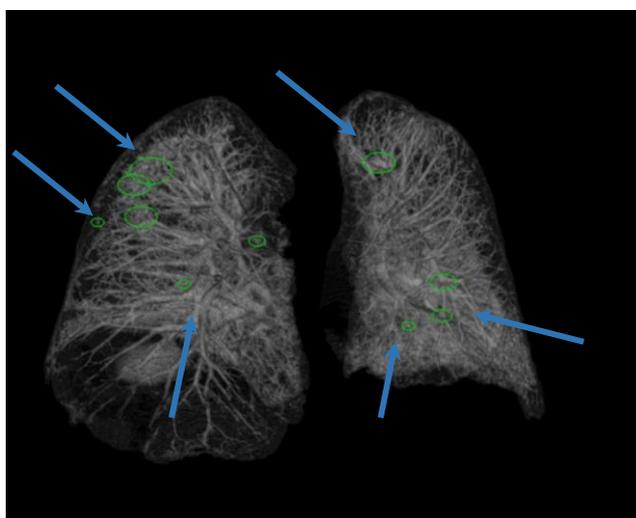


Рис. 4. (Fig. 4).

Рис. 4. МСКТ. 3D модель.

Измерение объема патологического очага в легких (мм<sup>3</sup>) в динамике с интервалом в два месяца, обработанного на рабочей станции Vitrea.

Fig. 4. MSCT. 3D model.

Volume measurement of a pathologic focus in the lung (mm<sup>3</sup>) in dynamics with an interval of two months processed on a Vitrea workstation.

позволяет выявить в 2-4 раза больше очагов в легочной ткани, чем рентгенография, при этом средний размер выявляемых очагов в два раза меньше [33].

Томографическое исследование показано также тогда, когда патологический процесс плохо или совсем не виден на рентгенограммах, но на его существование указывают клинические данные.

Сложности в дифференциальной диагностике очаговых образований легких, особенно при их небольших размерах, являются основанием для поиска новых методик. Например, КТ-методика «двойной энергии» с использованием напряжения 120 и 80 кВ при исследовании с толщиной среза 2 мм [34,35].

В настоящее время все большее количество исследований выполняется с помощью МСКТ.

МСКТ является наиболее информативным методом лучевой диагностики заболеваний органов дыхания. При клинических показаниях и доступности МСКТ следует выполнять вместо линейной томографии и до проведения любых рентгеноконтрастных исследований.

Основа метода заключается в том, что при вращении рентгеновской трубки вокруг пациента пучок рентгеновских лучей разделяется на несколько томографических слоев с помощью так называемых многорядных детекторов. В настоящее время разработаны установки, позволяющие получать от 16 до 640 томографических срезов за одно вращение рентгеновской трубки [36-38]. Это обуславливает основные преимущества МСКТ – высокую скорость исследования и высокое пространственное разрешение, которое достигается уменьшением толщины томографических слоев менее 1 мм [39].

Одного оборота рентгеновской трубки достаточно для изучения одной выбранной области – это значительно сокращает время обследования. Это достижение позволило расширить список показаний – исследование возможно проводить у пациентов, которым затруднительно длительное время неподвижно лежать в закрытом пространстве, например, детям, пожилым людям, пациентам с клаустрофобией. Это же касается и пациентов, находящихся на аппаратах жизнеобеспечения, страдающих тяжелыми соматическими заболеваниями, а также экстренных больных [40].

Отсутствие суммационного эффекта, высокая структурная и тканевая проработка изображения дают возможность получить точную топическую локализацию патологического образования, его размеры и плотность, взаимоотношение с окружающими органами и тканями. МСКТ позволяет уверенно выявлять патологические образования в легких размером от 1 мм, в то время как рентгенография и флюоро-

графия – от 10 мм. При этом выявляемость мелких образований в легких не зависит от целого ряда негативных «рентгенографических» факторов (физико-технических условий выполнения снимка, интерпозиции костных структур, правильности установки больного и т.п.) [41].

В диагностических целях исследование легких с использованием компьютерной томографии и мультиспиральной компьютерной томографии позволяет достигнуть высокой разрешающей способности, что способствует максимально точной диагностике патологии легких с минимальным коэффициентом погрешности; избежать наложения изображения между соседними органами и тканями (нет «слепых» зон); оценить топографическое соотношение органов грудной клетки; получить дополнительные сведения об исследуемой зоне с помощью вспомогательных программ по улучшению цифрового изображения; существенно сократить сроки проведения исследования и получения результатов (5-30 секунд); оценить состояние не только легочной ткани, но и сосудов, костей, лимфатических узлов, мягких тканей, нервов и других структур [42].

Современное программное обеспечение позволяет создавать различные трехмерные реконструкции исследуемых органов, даже тех, которые ранее не являлись областью исследования при компьютерной томографии, таких как бронхиальное дерево, желудок и толстый кишечник. Виртуальные МСКТ методики позволяют оценивать внутреннюю поверхность полых органов, наличие сужений и пристеночных образований, без применения инвазивных вмешательств. К дополнительным преимуществам виртуальных методик относится возможность оценки состояния окружающих тканей, органов и региональных лимфоузлов. Отмечена целесообразность использования программы трехмерного измерения солитарных узлов легких для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей, основываясь на темпах роста узла [43]. Использование системы автоматической детекции узловых образований легких при мультиспиральной КТ позволяет улучшить результаты исследования и повысить процент выявляемости.

В последнее время появилось большое количество приложений для оценки состояния легочной ткани, таких как Vitrea, eFilm, OsiriX. Программное обеспечение на данных станциях позволяет проводить оценку, контуров, размеров, а самое главное объема патологических очагов. Программа способна самостоятельно выявлять очаги в легких более 2 мм и рассчитывать их объем в кубических миллиметрах. Таким образом существует возможность проведения двойного контроля за ростом и распространением очагов в динамике.

Помимо перечисленного, за счет сокращения времени томографии при МСКТ снижается лучевая нагрузка на пациента – доза облучения при МСКТ на современных аппаратах более чем на 30% ниже, чем при проведении шаговой КТ.

Таким образом многочисленные литературные данные свидетельствуют о высокой информативности МСКТ в диагностике очаговых заболеваний легких. Данная методика является наиболее достоверным и надежным методом в дифференциальной диагностике очаговых заболеваний легких, обладающая такими

преимуществами, как возможность выявления очагов менее 1 мм, оценка их распространения и измерение объемов патологических очагов для получения наиболее точной информации о состоянии легких в динамике.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**Список литературы:**

1. Перельман М. Фтизиатрия. Национальное руководство. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2010. 197-200 с.
2. Costabel U., du Bois R.M., Egan J.J. Diffuse parenchymal lung disease. *Prog Respir Res. Basel. Karger. 2007; 36: 2-10.*
3. Король О. И., Лозовская М. Э., Пак Ф. П. Фтизиатрия. Справочник. СПб., Питер, 2010. 42-48 с.
4. Линденбратен Д., Наумов Л.Б. Рентгенологические синдромы и диагностика болезней легких. Москва, 1972. 298–362 с.
5. Мухин Н.А., Моисеев В.С., Мартынов А.И. Внутренние болезни. В 2-х томах. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2012. 592-672 с.
6. Чучалина А.Г. Пульмонология: национальное руководство. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2009. 960 с.
7. Хоффер М. Рентгенологическое исследование грудной клетки. Практическое руководство. Москва, Мед. лит., 2008. 68-78 с.
8. Aquino S.L. *Radiol. Clin. North Am.* 2005; 43: 481.
9. Raouf S. et al. *Chest.* 2006; 129: 805.
10. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии). Москва, Медицина, 2000. 268-275 с.
11. Труфанов Г. Е. Лучевая диагностика. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2015. 196-231 с.
12. Алексеева Т.Р, Дворцова Е.К., Щукина О.П. и др. Многофакторный анализ и цифровые технологии в дифференциальной диагностике заболеваний легких. Медицинская визуализация: специальный выпуск. 2008; 14—15.
13. Терновой С.К. ред. Основы лучевой диагностики и терапии. Национальное руководство. Сер. Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии. Москва. ГЭОТАР-Медиа. 2013. 1000 с.
14. Глыбочко П.В., Кочанов С.В., Приезжева В.Н. Лучевая диагностика и лучевая терапия: Учебник. Москва, Эксмо, 2005. 240 с.
15. Линденбратен Л.Д., Наумов Л.Б. Медицинская рентгенология: 2-е изд., перераб. и доп.. Москва, Медицина, 1984. 384 с.
16. Розентраух А.С., Рыбакова Н.И., Виннер М.Г. Рентгенодиагностика заболеваний органов дыхания. Москва, Медицина, 1978. 528 с.
17. Адасько Е.В. Роль компьютерной томографии в дифференциальной диагностике одиночных шаровидных образований легких. Автореферат канд. дисс. Москва, 2003. 7 с.
18. Ратобильский Г.В., Никитин Н.Н., Лазарева Я.В., Сигаев А.Т., Шутихина И.В., Цыбульская Ю.А., Грабарник А.Е. и др. Современные лучевые методы в выявлении и диагностике туберкулеза. *REJR.* 2014; 4 (3): 7-34.
19. Араблинский В.М., Ефимова О.Ю., Козлов В.В. Рентгенодиагностика узловой формы бронхолоалеволярного рака легкого. Москва, 1992. 34-42 с.
20. Астраханцев Ф.Д. Рентгенохирургическая диагностика объемных поражений трахеи, бронхов, легких и средостения. Докт.дисс. Москва, 1997. 256 с.
21. Габуня Р.И., Колесникова Е.К. КТ в клинической диагностике. Москва, Медицина, 1995. 53-87 с.
22. Fennessy J. *The radiology of lung cancer. Med.Clin.North.Amer.* 1975; 59: 95-98.
23. Proto A., Thomas S. Pulmonary nodules studied by CT. *Radiology.* 1985; 156: 149-153.
24. Vogt-Moykopf I, Meyer G., Merkle N., et al. Late results of surgical treatment of pulmonary metastases. *Thorac.and Cardiovasc.Surg.* 1986; 34: 143-148.
25. Власов П.В., Нуднов Н.В., Шейх Ж.В. Компьютернотомографическая семиотика в пульмонологии. Медицинская визуализация. 2010; 6: 75-83.
26. Альтшулер Ю.Б., Айтаков З.Н., Дрекалова Т.И. О трудностях и ошибках в рентгенодиагностике рака легкого. *Вестник рентгенологии и радиологии,* 1987; 2: 21-26.
27. Портной Л.М., Сташук Г.А., Вяткина Е.И. Новые возможности диагностики туберкулеза и рака легкого. 12 Национальный конгресс по болезням органов дыхания. Москва, 2002. 158 с.
28. Трахтенберг А.Х., Франк Г.А., Самоходский Е.В., Соколов В.В. Классификация и терминология при злокачественных опухолях легкого. В кн: Торакальная онкохирургия. Москва. 1994. 11-18 с.
29. Vorvath O., Szonagh E., Beck Zs., Frater L. *Radiologie jelek szerepe a nyelocsorak prodnozisanak magiteleseben. Magyar.Seberzet.,* 1983; 36: 261-267.
30. Johnsson A.A., Vikgren J., Bath M. Chest tomosynthesis: technical and clinical perspectives. *Semin Respir Crit Care Med.* 2014; 35(1): 17–26.
31. Нечаев В.А. Цифровой томосинтез в дифференциальной диагностике заболеваний грудной клетки. Автореферат канд.дисс. Москва. 2016. 23 с.
32. Тюрин И.Е. Одиночные очаги в легких: возможности лучевой диагностики. *Практическая пульмонология.* 2008; (2):

15-21.

33. Труфанов Г.Е.. Лучевая диагностика: учебник. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2011. 245-286 с.

34. Gould M.K., Maclean C. C., Kuschner W.G. et al. Accuracy of PET for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions: a meta analysis. *JAMA*. 2006; 285 (7): 914—924.

35. Nakamoto Y. Higashi T., Sakahara H. Delayed 18F-FDG PET scan for the differentiation between malignant and benign lesions. *Ann Nucl Med*. 2013; 27 (2): 163–169.

36. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в онкологии. Практическая онкология. 2005; 6 (1): 7-8.

37. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. СПб., Элби, 2003. 371 с.

38. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография, учебное пособие в двух томах, перевод с английского, второе издание

.Медпрессинформ. 2009.416 с.

39. Lipson S.A. MDCT and 3D Workstations. Springer Science Business Media, 2006.

40. H. Zhuang, R. Kumar, S. Mandel et al. Investigation of thyroid, head and neck cancers with PET. *Radiol.Clin.North.Amer*. 2008; 42: 345-351.

41. Величко С.А., Фролова И.Г.. Однофотонная эмиссионная томография с <sup>99m</sup>Tc-технетрилом при раке легкого. Материалы 4-го Российского научного форума «Радиология 2003». Москва, 2003. 59—60 с.

42. Глаголев Н.А. Практическая рентгеновская компьютерная томография (методологические аспекты). Москва, 2005. 64 с.

43. Libby D.M., Smith J.P. N.K. Altorki et al. Managing the small pulmonary nodule discovered by CT. *Chest*. 2004; 125: 1522—1529.

### References:

1. Perelman M. Phthisiology. National guide. Moscow, GEOTAR-Media 2010. 197-200 p. (in Russian).

2. Costabel U., du Bois R. M., Egan J. Diffuse parenchymal lung disease. *Prog Respir Resolution Basel. Karger*. 2007; 36: 2-10.

3. Korol O. I., Lozovskaya M. E., Pak. F. P. Phthisiology. Reference. SPb., Piter, 2010. 42-48 p. (in Russian).

4. Lindenbraten L.D., Naumov L. B. X-ray syndromes and diagnosis of diseases of the lungs. Moscow, 1972. 298-362 p. (in Russian).

5. Mukhin N. A., Moiseev V.S., Martynov A. I. Internal diseases. In 2 volumes. Moscow, GEOTAR-Media, 2012. 592-672 p. (in Russian).

6. Chuchalina A. G. Pulmonology: national guide. Moscow, GEOTAR-Media 2009. 960 p. (in Russian).

7. Hoffer, M. X-ray examination of the chest. Practical guide Moscow, Med. lit., 2008. 68-78 p. (in Russian).

8. Aquino S.L. *Radiol. Clin. North Am*. 2005; 43: 481.

9. Raoof S. et al. *Chest*. 2006; 129: 805.

10. Lindenbraten L. D., Korolyuk I.P. Medical radiology (bases of radiology and radiotherapy). Moscow, Medicine, 2000. 268-275 p. (in Russian).

11. Trufanov G. E. Radiology. Moscow, GEOTAR-Media, 2015. 196-231 p. (in Russian).

12. Alekseeva T. R, Dvortsova E. K., Shchukin O. P. etc. Multivariate analysis and digital technology in the differential diagnosis of lung diseases. *Medical imaging: special issue*. 2008; 14-15. (in Russian).

13. Ternovoy S.K. Radiation therapy and diagnostic Basics. National guide. Moscow, 2013. 1000 p. (in Russian).

14. Glybochko P. V., Kochanov S.V., Priezzheva V. N. Radiation diagnosis and radiation therapy: Textbook. Moscow, Eksmo, 2005. 240 p. (in Russian).

15. Lindenbraten L. D., Naumov L. B. Medical radiology: 2nd ed. Moscow, Medicine, 1984. 384 p. (in Russian).

16. Rosenstrauch L. S., Rybakova N.I., Winner M. G. Radiological diagnosis of respiratory diseases. Moscow, Meditsina, 1978. 528 p. (in Russian).

17. Adasko E. V. Role of computed tomography in the differential diagnosis of solitary spherical formations in lungs. *Abstract of Cand. Diss. Moscow, 2003*. 7 p. (in Russian).

18. Ratobylskiy G. V., Nikitin N.N., Lazareva Y. V., Sigaev A. T., Shutikina I. V., Tsybul'skaya Yu. A., Grabarnik A. E. and other.

Modern radiation techniques in the detection and diagnosis of tuberculosis. *REJR*. 2014; 4 (3): 7-34. (in Russian).

19. Arablinski V.M., Efimova O. Yu., Kozlov V.V. X-ray diagnosis of nodular bronchioloalveolar lung cancer. Moscow, 1992. 34-42 p. (in Russian).

20. Astrakhantsev F. D. X-ray diagnostics of volumetric lesions of the trachea, bronchi, lungs, and mediastinum. Doctor.Diss. Moscow, 1997. 256 p. (in Russian).

21. Gabunia R. I., Kolesnikova E. K. CT in clinical diagnosis. Moscow, Medicine, 1995. 53-87 p. (in Russian).

22. Fennessy J. The radiology of lung cancer. *Med.Wedge.North.Amer*. 1975; 59: 95-98.

23. Proto A., Thomas S. Pulmonary nodules studied by CT. *Radiology*. 1985; 156: 149-153.

24. Vogt-Moykopf I, Meyer G., Merkle N., et al. Late results of surgical treatment of pulmonary metastases. *Thorac.and Cardiovasc.Surg*. 1986; 34: 143-148.

25. Vlasov P. V., Nudnov N. V., Sheikh J. V. The computer-tomographic semiotics in pulmonology. *Medical visualization*. 2010; 6: 75-83. (in Russian).

26. Altshuler, Y. B., Aitakov Z. N., Drekalova T. I. About the difficulties and errors in the radiological diagnosis of lung cancer. *Vestnik of roentgenology and radiology*, 1987; 2: 21-26. (in Russian).

27. Portnoy L. M., Stashuk G. A., Vyatkina E.I. New opportunities to diagnose TB and lung cancer. 12th national Congress on respiratory diseases. Moscow, 2002. 158 p. (in Russian).

28. Trakhtenberg A. Kh., Frank G. A., Samokhodskaya E.V., Sokolov V.V. Classification and terminology for malignant tumors of the lung. In the book: *Thoracic surgery*. Moscow. 1994. From 11-18. (in Russian).

29. Vorvath O., Szonagh E., Beck, ZS., Frater L. Radiology Radiologie jelek szerepe a nyelocsorak prognosizanak magiteleseben. *Magyar.Seberzet*, 1983; 36: 261-267.

30. Johnsson A.A., Vikgren J., Bath M. Chest tomosynthesis: technical and clinical perspectives. *Semin Respir Crit Aid*. 2014; 35(1): 17-26.

31. Nechaev V.A. Digital tomosynthesis in the differential diagnosis of chest diseases. *Abstract of Cand.Diss. Moscow. 2016*. 23 p. (in Russian).

32. Tyurin I.E. Solitary lung lesions: possibilities of radiodiagnosis. *Practical pulmonology*. 2008; (2): 15-21. (in Russian).

- 33 . Trufanov G. E. *Radiological diagnostics: textbook*. Moscow, GEOTAR-Media, 2011. 245-286 p. (in Russian).
34. M.K., Maclean C. C., Kuschner W.G. et al. Accuracy of PET for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions: a meta analysis .*JAMA*. 2006; 285 (7): 914—924.
35. Nakamoto, Y., Higashi T. H. Sakahara delay 18f-FDG PET for differentiating malignant and benign lesions. *Ann Nucl Med*. 2013; 27 (2): 163-169.
36. Tyurin I.E. *Oncology radiology. Practical Oncology*. 2005; 6 (1):7-8. (in Russian).
37. Tyurin I.E. *Computed tomography of the chest cavity*. SPb., ELBI, 2003. 371 p. (in Russian).
38. Prokop M., Galanski M. *Spiral and multislice computed tomography, textbook in two volumes, translations from English, second edition* .Representors. 2009. 416 p. (in Russian).
39. Lipson S.A. *CT and 3D workstations*. Springer Science Business media, 2006.
40. H. Zhuang, R. Kumar, S. Mandel et al. Examination of thyroid, head and neck tumor with pet. *Radiol.Wedge.North.Amer*. 2008; 42: 345-351.
41. Velichko S.A, Frolova I. G. Single-photon emission tomography with 99mTc-mibi in lung cancer. The materials of 4th Russian scientific forum "Radiology 2003". Moscow, 2003. 59-60 p. (in Russian).
42. Glagolev N.A. *Practical x-ray computed tomography (methodological aspects)*. Moscow, 2005. 64 p. (in Russian).
43. Libby D.M., Smith J.P. N.K. Altorki et al. Managing the small pulmonary nodule discovered by CT . *Chest*. 2004; 125: 1522—1529.