

Виртуальная бронхоскопия в дифференциальной диагностике рака легкого с воспалительными, фиброзными изменениями

П.М.Котляров

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 86

Информация об авторе

Котляров Петр Михайлович — д. м. н., профессор, заведующий научно-исследовательским отделом новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (495) 334-81-86; e-mail: marnad@list.ru (Affiliation ID: 60105123)

Резюме

Актуальной задачей лучевой диагностики является дифференциальная диагностика воспалительных процессов легких и их исходов с раком легкого (РЛ). **Целью** исследования явилось изучение значения методик постпроцессинговой обработки данных мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и виртуальной бронхоскопии (ВБ) при дифференциальной диагностике воспалительных и опухолевых поражений легких. **Материалы и методы.** Проанализированы данные нативной МСКТ и ее постпроцессинговых реформатирований с помощью методик ВБ у больных ($n = 39$) с верифицированными воспалительными изменениями при дифференциальной диагностике РЛ. МСКТ проводилась на компьютерных томографах *Toshiba Aquilion 16* (16-срезовый) и *Aquilion ONE* (320-срезовый). **Результаты.** При комплексном анализе данных нативной МСКТ, результатов постпроцессинговой обработки и 3D-изображений, прицельно направленных на исследование макроструктуры бронхов в области патологических изменений, доказано отсутствие их опухолевой обструкции и сделано заключение о поствоспалительном или воспалительном характере изменений. **Заключение.** При оценке макроструктуры бронхов зоны патологических изменений методики ВБ дополняют данные нативной МСКТ. Ключевыми симптомами для воспалительных изменений явились визуализация воздухоносных просветов бронхов в зоне поражения, а также их проходимость, несмотря на возможное наличие слизи или секрета, отсутствие симптома обструкции бронха и дренирование бронхом полостного образования.

Ключевые слова: виртуальная бронхоскопия, мультиспиральная компьютерная томография, воспалительные изменения легких.

Для цитирования: Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия в дифференциальной диагностике рака легкого с воспалительными, фиброзными изменениями. *Пульмонология*. 2017; 27 (6): 748–753. DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-6-748-753

Virtual bronchoscopy in differential diagnosis of neoplastic, fibrous and inflammatory abnormalities

Petr M. Kotlyarov

Russian Scientific Center of Roentgenradiology, Healthcare Ministry of Russia; ul. Profsoyuznaya 86, Moscow, 117997, Russia

Author information

Petr M. Kotlyarov, Doctor of Medicine, Professor, Head of Research Department of Novel Technologies and Radiological Diagnosis of Diseases, Federal Russian Scientific Radiology Center, Healthcare Ministry of Russia; tel.: (495) 334-81-86; e-mail: marnad@list.ru (Affiliation ID: 60105123)

Abstract

The aim of this study was to investigate a role of postprocessing techniques of multidetector computed tomography (CT) and virtual bronchoscopy for differentiation between inflammatory lung lesions and lung tumorous. **Methods.** Native multidetector CT images of 39 patients with confirmed lung inflammatory lesions and postprocessing reconstruction with virtual bronchoscopy technique were analyzed. 16-slice computed tomograph Toshiba Aquilion 16 and 320-slice computed tomograph Toshiba AquilionONE were used. **Results.** Focused investigation of bronchial macrostructure in abnormal areas allowed exclusion malignancy and confirmation the inflammatory origin of abnormalities. **Conclusion.** Virtual bronchoscopy is complementary to native multidetector CT. Key criteria of inflammatory lesions were visualization of air-filling bronchi in an abnormal area, preserved bronchial lumen notwithstanding possible mucus accumulation in the bronchi, the absence of bronchial blockage, and cavity drainage through the bronchus.

Key words: virtual bronchoscopy, multidetector computed tomography, lung inflammatory lesions.

For citation: Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy in differential diagnosis of neoplastic, fibrous and inflammatory abnormalities. *Russian Pulmonology*. 2017; 27 (6): 748–753 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-6-748-753

В структуре онкологической заболеваемости мужчин в России рак легкого (РЛ) занимает 1-е место и составляет 25 %, доля РЛ среди женского населения — 4,3 % [1]. Болезни органов дыхания занимают 2-е место в структуре общей заболеваемости и в 2012 г.

составили 20 209,7 случая на 100 тыс. взрослого населения [2].

Актуальной задачей лучевой диагностики является дифференциальная диагностика воспалительных процессов легких и их исходов с РЛ, тем более что

в ряде работ указывается на высокий риск развития онкологических процессов из поствоспалительных изменений легочной ткани [3, 4]. При РЛ и воспалительных процессах клиничко-лабораторные данные не позволяют провести дифференциальную диагностику у части пациентов, особенно пожилого возраста, и на первый план выступают данные мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) — ведущего метода диагностики заболеваний легких. МСКТ обладает не только преимуществами структурного и пространственного разрешения, но и в силу специфики обработки получаемого изображения — возможностью постпроцессинговой обработки нативных данных в различных режимах и 3D-реформаций, при этом можно рассмотреть внутреннюю поверхность бронха при виртуальной бронхоскопии (ВБ). Как известно, основным дифференциально-диагностическим признаком опухоли легкого является в большинстве случаев обструкция бронха, наличие или отсутствие которой позволяет провести дифференциальный диагноз доброкачественных и злокачественных изменений [5–15]. Отдельные работы посвящены оценке макроструктуры поствоспалительных изменений при проведении компьютерной томографии (КТ) в плане дифференциальной диагностики с опухолью легкого, однако без исследования такого ключевого фактора, как состояние бронхов зоны интереса [16]. В доступной литературе работ, посвященных роли ВБ при дифференциальной диагностике воспалительных и поствоспалительных изменений при РЛ, не найдено.

Целью исследования явилось изучение значения современных методик постпроцессинговой обработки данных МСКТ, в частности ВБ, в дифференциальной диагностике воспалительных и опухолевых поражений легких.

Материалы и методы

Проанализированы данные ВБ, постпроцессинговых реформатирований в MinIP- и MIP-режимах, а также в режиме оттененных поверхностей (*Volume Rendering Technique* — VRT), полученные у больных с верифицированными воспалительными изменениями легких ($n = 39$) при дифференциальной диагностике воспалительных и опухолевых изменений. У пациентов выявлены пневмония ($n = 9$), полостные или шаровидные образования ($n = 16$) и фиброз легкого ($n = 14$) различной локализации и распространенности. Диагноз верифицирован у всех больных в процессе забора материала при фибробронхоскопии (ФБС) и морфологического анализа по результатам оперативного вмешательства. Для пациентов с пневмонией и полостными образованиями характерно отсутствие типичной клиничко-лабораторной картины воспалительного процесса, неудовлетворительный эффект от проводимой терапии, а результаты рентгенографии легких не позволяли исключить онкологический процесс. В случаях с фиброзом легочной паренхимы на рентгенограммах определялись сегментарные, субдолевые затем-

нения при отсутствии клиничко-лабораторных данных о заболевании легких, анамнестических данных о перенесенной пневмонии, что делало необходимым исключить РЛ. Для детализации макроструктуры легких, исключения онкологического процесса больные направлялись на МСКТ, которая проводилась на 16–320-срезовых компьютерных томографах с обработкой данных на рабочей станции по описанной методике [8–10].

Результаты и обсуждение

Проанализированы данные МСКТ больных ($n = 9$) с инфильтративными изменениями в легких. Макроструктурно инфильтрат имел мягкотканную плотность 30–45 ЕН, бугристые контуры, внутреннюю неоднородность, визуализировались уплотненные лимфатические узлы в области ворот легких и аортального окна до 12–13 мм в диаметре. Симптом «воздушной бронхограммы», характерный для воспалительного инфильтрата, на нативных сканах отчетливо не прослеживался. При болюсном усилении с контрастным веществом регистрировалось неравномерно-хаотичное накопление контрастного вещества в инфильтрате с повышением его денсности на 15–20 ЕН, что также не позволяло исключить РЛ. Аналогичные проблемы при проведении нативной КТ возникали при анализе изображений пациентов ($n = 16$) с шаровидными полостными образованиями. По данным МСКТ, в одной из долей легких у пациентов ($n = 9$) определялась полость без признаков внутреннего жидкостного содержимого с наличием по периферии мягкотканного компонента толщиной 3–4 см. Наружные контуры мягкотканного компонента — неровные, нечеткие, в окружающую легочную ткань отходили лучистые структуры, что по макроструктурным признакам заставляло предполагать его злокачественный генез. В аортальном окне, воротах легкого у всех пациентов определялась лимфаденопатия — лимфатические узлы достигали в диаметре 9–11 мм. При проведении МСКТ с усилением выявлено повышенное накопление контрастного вещества в мягкотканном компоненте по периферии. У больных ($n = 7$) с шаровидным образованием повышенной денсности до 40 ЕН, волнистыми контурами и реакцией прилежащей плевры контрастное вещество также накапливалось по периферии очага. Во всех случаях исследование макроструктуры регионарных бронхов на нативных сканах не позволяло исключить их обструкцию и, следовательно, злокачественный генез образований.

Для уточнения макроструктуры бронхов зоны интереса — наличия или отсутствия их опухолевой обструкции в области инфильтрата, полостных и шаровидных образований были применены методики ВБ. По результатам постпроцессинговой обработки изображений в MinIP-режиме и ВБ *fly through* показано отсутствие обструкции регионарных бронхов зоны патологических изменений. Регионарные бронхи были деформированы, но проходимы, опухолевая инфильтрация отсутствовала.

Таким образом, несмотря на наличие ряда макро-структурных факторов, которые указывали на высокую вероятность периферического РЛ (накопление контрастного вещества в мягкотканном компоненте опухоли, связь его с тканью легкого, нечеткие границы с окружающей тканью и т. д.), исключен опухолевый генез выявленных изменений и сделано заключение о поствоспалительном характере полостных изменений в легких.

В качестве примера приводится следующее клиническое наблюдение.

Больной С. 53 лет поступил с жалобами на кашель с мокротой, боли в левой половине грудной клетки, температуру к вечеру до 37,7 °С, потливость, слабость. При проведении клинико-лабораторных анализов выявлен лейкоцитоз, скорость оседания эритроцитов – 25 мм / ч. При рентгенографии грудной клетки в верхней доле левого легкого визуализирована полость с мягкотканым компонентом по периферии и высказано предположение о периферическом раке верхней доли левого легкого с распадом. При МСКТ в верхней доле левого легкого выявлена полость с мягкотканым компонентом по периферии, которое накапливало контрастное вещество при исследовании с контрастным усилением. При болюсном усилении имелось повышение плотности мягкотканного компонента с 52 до 71 ЕН. При анализе данных нативной МСКТ создавалось впечатление о наличии обструкции сегментарного бронха зоны интереса, имелась лимфаденопатия лимфатических узлов в аортальном окне, левых бронхопульмональных лимфатических узлов – до 9–11 мм, что позволяло сделать заключение о периферическом РЛ с распадом (рис. 1А). Для уточнения природы изменений проведена постпроцессинговая обработка изображений методами уточнения макроструктуры бронхиального дерева области локализации очагового образования. По данным изображения в MinIP-режиме и ВБ бронхи в области образования деформированы, однако сообщались с полостью (см. рис. 1В, С). На основании комплексного анализа полученной информации был исключен диагноз РЛ и сделано заключение о поствоспалительном происхождении полости верхней доли левого легкого.

По данным ФБС подтверждено отсутствие злокачественных изменений сегментарного бронха, выявлены признаки локального бронхита, наличие гнойных пробок в бронхе, дренирующем абсцесс. При динамическом наблюдении в течение 3 лет установлено образование воздушной кисты на месте полости.

В данном клиническом наблюдении продемонстрированы возможности комплексного анализа результатов нативной КТ и методик ВБ в дифференциальной диагностике злокачественного и доброкачественного характера изменений в легких.

Проанализированы также данные нативной МСКТ больных ($n = 14$) с фиброзом легких локального характера. Подозрение на РЛ возникало после рентгенографии грудной клетки или первичной КТ. Пациенты не предъявляли жалоб, клинико-лабораторная картина заболевания легких отсутствовала. В анамнезе указание на перенесенный ранее воспалительный процесс в области выявленных изменений отсутствовало. При нативной КТ при исследовании легких выявлены очаговые изменения мягкотканной плотности с нечеткими, неровными краями, в ряде случаев неоднородной макроструктуры. В случае болюсного усиления существенного накопления контрастного вещества в области очаговых изменений не выявлено, однако у 8 (57,14%) больных имело место повышено-неравномерное распределение контрастного вещества в области изменений. У всех пациентов выполнена постпроцессинговая обработка данных нативной КТ на предмет прицельного изучения макроструктуры бронхиального дерева в зоне патологических изменений. При анализе изображений в MinIP-режиме и ВБ *fly through* данных за обструкцию бронхов зоны

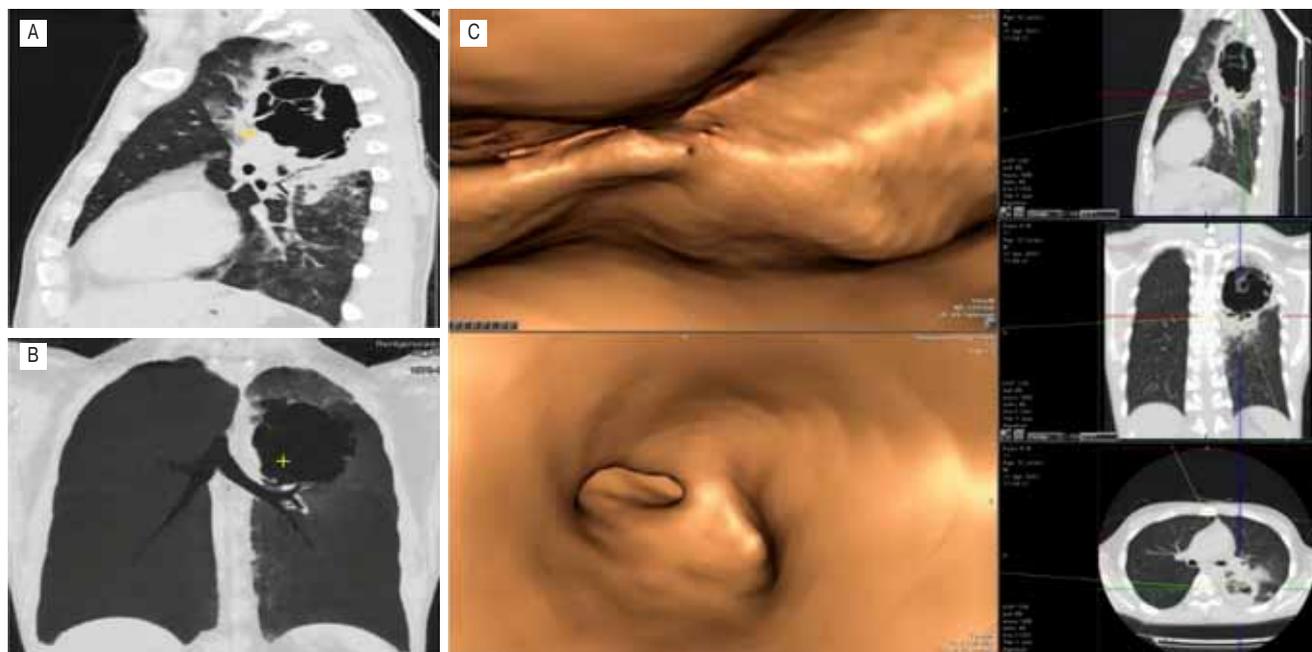


Рис. 1. Абсцесс VI сегмента нижней доли левого легкого по данным мультиспиральной компьютерной томографии: А – сегментарный бронх обтурирован (нативные данные, реконструкция в саггитальной плоскости); В – регионарные бронхи деформированы, опухолевая обструкция отсутствует (MinIP-реконструкция в саггитальной плоскости); С – отчетливо определяется просвет деформированного VI сегментарного бронха, дренирующего полость (нижний фрагмент виртуальной бронхоскопии), по данным виртуальной бронхоскопии и компьютерно-томографической навигации – фиброзные тяжи внутри полости (верхний фрагмент виртуальной бронхоскопии)
 Figure 1. An abscess in the segment VI of the left lower lobe. Multidetector computed tomography: A, a segmental bronchus is blocked (native scans, sagittal reconstruction); B, regional bronchi are deformed without tumorous obstruction (MinIP-sagittal reconstruction); C, lumen of deformed VI segmental bronchus which drains a cavity is obviously seen (the lower fragment of virtual bronchoscopy), there are fibrous bands inside the cavity (the upper fragment of virtual bronchoscopy) (according to virtual bronchoscopy and computed tomography navigation)

интереса не установлено. Определялось несколько вариантов макроструктуры бронхов – сужение просвета за счет перибронхиального фиброза, четкообразная деформация – чередование зон сужения и расширения бронха(ов) и деформация бронха на фоне его дилатации.

Приводится клиническое наблюдение.

У больного Г. 51 года при выполнении флюорографии грудной клетки в нижней доле правого легкого выявлено периферическое образование, по поводу которого рекомендована КТ. Клинический статус и клинико-лабораторные показатели соответствовали возрастной норме пациента. При МСКТ в нижней доле правого легкого выявлено мягкотканное образование 67 НУ плотности, неправильной формы, по макроструктуре соответствующее периферическому РЛ. При болюсном усилении в очаге имелось накопление контрастного вещества и повышение плотности образования до 81 НУ. При анализе данных нативной МСКТ создавалось впечатление о наличии обструкции сегментарного бронха зоны интереса. Для уточнения природы изменений проведена постпроцессинговая обработка изображения методами уточнения макроструктуры бронхиального дерева области локализации очагового образования. По данным изображений в MinIP-режиме и ВБ бронхи в области образования сохранены, проходимы, однако деформированы (рис. 2), что вписывалось в концепцию фиброзных изменений легкого. На основании комплексного анализа полученной информации был исключен диагноз РЛ и сделано заключение о локальном фиброзе в нижней доле правого легкого. При трансторакальной пункции и исследовании морфологического материала злокачественные клетки в очаге не выявлены. При динамическом наблюдении в течение 3 лет отрицательной динамики изменений очага не установлено.

По данным клинического наблюдения продемонстрированы возможности комплексного анализа результатов нативной КТ и методик ВБ в дифференциальной диагностике злокачественного и доброкачественного характера изменений легких, а также методик ВБ в уточнении фиброзной (рубцовой) природы инфильтрации легочной ткани.

В таблице представлены данные оценки макроструктуры бронхов пораженных доли, сегмента по результатам нативной МСКТ и МСКТ, дополненной результатами ВБ.

Как видно из таблицы, методики ВБ, анализа макроструктуры внутренней и наружной стенок

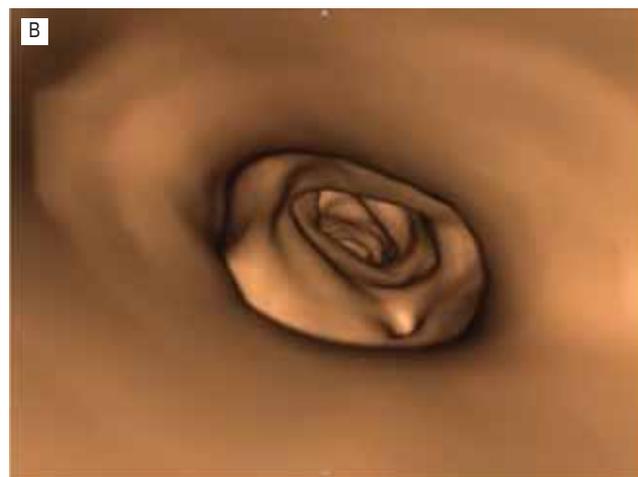
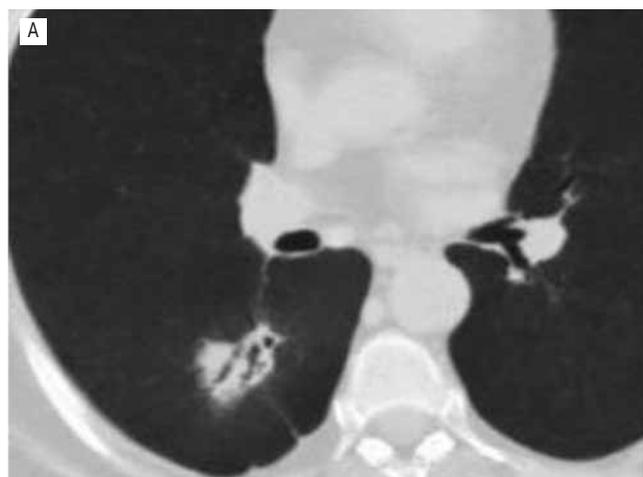


Рис 2. Очаговый фиброз в VI сегменте нижней доли правого легкого (данные мультиспиральной компьютерной томографии): А – аксиальный срез в MinIP-режиме – определяется мягкотканное образование неправильной формы, внутри которого прослеживаются деформированные бронхи; В – деформированный бронх VI сегмента с отходящими деформированными, но проходимыми субсегментарными бронхами (по данным виртуальной бронхоскопии)
 Figure 2. Focal fibrosis in the segment IV of the right lower lobe. Multidetector computed tomography: A), soft-tissue irregular mass with a deformed bronchus in its structure (axial MinIP image); B), deformed VI segmental bronchus with deformed subsegmental bronchi with preserved lumen (virtual bronchoscopy)

Таблица
 Сравнительная оценка данных нативной мультиспиральной компьютерной томографии и сочетанного анализа полученных результатов и показателей виртуальной бронхоскопии при уточнении воспалительной этиологии изменений легких; n (%)

Table
 A comparison of native multidetector computed tomography findings and combined analysis of multidetector computed tomography virtual bronchoscopy to confirm the inflammatory origin of pulmonary abnormalities

Изменение бронхов в зоне патологии	Нативные данные МСКТ	ВБ, MinIP-режим, VTR
Обтурация, обрыв	8 (34,78)	–
Сужение, локальная деформация	12 (52,17)	22 (95,65)
Перибронхиальный фиброз	11 (47,82)	12 (52,17)
Связь с полостью распада	–	22 (95,65)
Четкообразная деформация по протяжению	11 (47,82)	22 (95,65)
Наличие слизи внутри просвета бронхов	14 (60,86)	16 (69,56)
Бронхи не визуализируются	8 (34,78)	22 (95,65)

Примечание: МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография; ВБ – виртуальная бронхоскопия; VTR (Volume Rendering Technique) – режим оттененных поверхностей.

бронхов позволили дополнить данные нативной МСКТ о состоянии бронхиальной системы в зоне интереса в 5–42 % случаев, при этом удалось доказать отсутствие опухолевой обструкции бронхов на фоне инфильтративных, полостных и фиброзных изменений легких.

Заключение

Таким образом, по данным исследования показано, что использование методик ВБ дополняет данные нативной МСКТ в оценке макроструктуры бронхов, в т. ч. зоны патологических изменений. Это позво-

ляет не только провести дифференциальную диагностику воспалительных изменений с РЛ, но и повысить точность предсказательного теста. Установлены следующие ключевые симптомы воспалительных изменений:

- визуализация воздухоносных просветов бронхов в зоне поражения;
- их проходимость, несмотря на возможное наличие слизи или секрета;
- отсутствие симптома обструкции бронха;
- связь бронха с полостным образованием.

При выявлении перечисленных симптомов исключен злокачественный характер изменений в легком, что подтверждено данными ФБС и динамического мониторинга.

Данное исследование имеет проспективное значение для пациентов с остаточными поствоспалительными изменениями в легких в свете данных о возможности развития в них РЛ [3, 16]. Изменение макроструктуры бронхов поствоспалительных очагов (их исчезновение, уменьшение количества) в процессе КТ-мониторинга может быть одним из ранних признаков опухолевой трансформации существовавшего локального фиброза легкого.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов по данной работе. Работа выполнялась в рамках научной тематики отдела новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest relevant to this article. The study was performed within the research framework of Research Department of Novel Technologies and Radiological Diagnosis of Diseases, Federal Russian Scientific Radiology Center, Healthcare Ministry of Russia

Литература

1. Злокачественные новообразования России в 2015 г. Под ред. А.Д.Каприна и др. М.: МНИОИ им П.А.Герцена, филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России; 2017.
2. Иванова Е.В., Биличенко Т.Н., Чучалин А.Г. Заболеваемость и смертность населения трудоспособного возраста России по причине болезней органов дыхания в 2010–2012 гг. *Пульмонология*. 2015; 25 (3): 291–297. DOI: 10.18093/0869-0189-2015-25-3-291-297.
3. Gao F., Ge X., Li M. et al. CT features of lung scar cancer. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7 (3): 273–280. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.02.07.
4. Nambu A., Araki T., Taguchi Y. et al. Focal area of ground-glass opacity and ground-glass opacity predominance on thin-section CT: discrimination between neoplastic and non-neoplastic lesions. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (9): 1006–1017. DOI: 10.1016/j.crad.2005.06.006.
5. Bauer T.L., Steiner K.V. Virtual bronchoscopy: clinical applications and limitations. *Surg. Oncol. Clin. N. Am.* 2007; 16 (2): 323–328. DOI: 10.1016/j.soc.2007.03.005.
6. Сдвижков А.М., Юдин А.Л., Кожанов Л.Г. и др. Мультиспиральная компьютерная томография с трехмерным моделированием в диагностике и лечении онкологических больных. *Вестник Московского онкологического общества*. 2009; 3: 1–4.
7. Котляров П.М. Многосрезовая компьютерная томография легких – новый этап развития лучевой диагностики заболеваний легких. *Медицинская визуализация*. 2011; (4): 14–20.
8. Котляров П.М., Темирханов З.С., Щербихина Е.В. Мультипланарные реконструкции и виртуальная бронхоскопия в оценке состояния трахеобронхиальной системы по данным мультисрезовой компьютерной томографии. *Лучевая диагностика и терапия*. 2011; 2 (2): 50–55.
9. Котляров П.М., Темирханов С.З., Флеров К.Е. и др. Виртуальная бронхоскопия в диагностике рака легкого и его распространенности, мониторинге послеоперационных изменений. *Вестник РНЦРР*. 2013; 4 (13): 3. Доступно на: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/flerov_v13.htm
10. Котляров П.М., Нуднов Н.В., Егорова Е.В. Мульти-спиральная компьютерно-томографическая виртуальная бронхоскопия при бронхоэктатической болезни и остеохондропластической бронхопатии. *Пульмонология*. 2014; (4): 64–68. DOI: 10.18093/0869-0189-2014-04-64-68.
11. Das K.M., Lababidi H., Al Dandan S. et al. Computed tomography virtual bronchoscopy: normal variants, pitfalls, and spectrum of common and rare pathology. *Can. Assoc. Radiol. J.* 2015; 66 (1): 58–70.
12. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений трахеи. *Пульмонология*. 2016; (3): 261–266. DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-3-261-266.
13. Котляров П.М., Сергеев Н.И., Ребрикова В.А. и др. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений бронхов. *Сибирский онкологический журнал*. 2016; 15 (6): 5–13. DOI: 10.21294/1814-4861-2016-15-6-5-13.
14. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений трахеобронхиальной системы. *Медицинская визуализация*. 2016; (5): 18–28.
15. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии (Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике заболеваний легких и трахеобронхиальной системы). Германия: Palmarium Academic Publishing; 2016.
16. Li B.G., Ma D.Q., Xian Z.Y. et al. The value of multislice spiral CT features of cavitory walls in differentiating between peripheral lung cancer cavities and single pulmonary tuberculous thick-walled cavities. *Br. J. Radiol.* 2012; 85 (1010): 147–152.

Поступила 04.04.17

References

1. Kaprin A.D. et al., eds. Malignancies in Russia in 2015. Moscow: MNI OI im. P.A.Gertsena, filial FGBU «NMIRTs» Minzdrava Rossii; 2017 (in Russian).
2. Ivanova E.V., Bilichenko T.N., Chuchalin A.G. Morbidity and mortality of respiratory diseases in working age population of Russia, 2010 – 2012. *Pul'monologiya*. 2015; 25 (3): 291–297. DOI: 10.18093/0869-0189-2015-25-3-291-297 (in Russian).
3. Gao F., Ge X., Li M. et al. CT features of lung scar cancer. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7 (3): 273–280. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.02.07.
4. Nambu A., Araki T., Taguchi Y. et al. Focal area of ground-glass opacity and ground-glass opacity predominance on thin-section CT: discrimination between neoplastic and

- non-neoplastic lesions. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (9): 1006–1017. DOI: 10.1016/j.crad.2005.06.006.
5. Bauer T.L., Steiner K.V. Virtual bronchoscopy: clinical applications and limitations. *Surg. Oncol. Clin. N. Am.* 2007; 16 (2): 323–328. DOI: 10.1016/j.soc.2007.03.005.
 6. Cdvizhkov A.M., Yudin A.L., Kozhanov L.G. et al. Multidetector computed tomography with three-dimensional reconstruction in diagnosis and treatment of oncological diseases. *Vestnik Moskovskogo onkologicheskogo obshchestva.* 2009; 3: 1–4 (in Russian).
 7. Kotlyarov P.M. Multislice computed tomography as a new era of radiological diagnosis of lung diseases. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2011; (4): 14–20 (in Russian).
 8. Kotlyarov P.M., Temirkhanov Z.S., Shcherbakhina E.V. Multiplanar reconstruction and virtual bronchoscopy in evaluation of trachea and bronchi according to findings of multislice computed tomography. *Luchevaya diagnostika i terapiya.* 2011; 2 (2): 50–55 (in Russian).
 9. Kotlyarov P.M., Temirkhanov S.Z., Flerov K.E. et al. Virtual bronchoscopy in diagnosis of lung carcinomas and monitoring of postoperative disorders. *Vestnik RNTsRR.* 2013; 4 (13): 3. Available at: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/flerov_v13.htm (in Russian).
 10. Kotlyarov P.M., Nudnov N.V., Egorova E.V. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy in bronchiectasis and tracheobronchopathia osteochondroplastica. *Pul'monologiya.* 2014; (4): 64–68. DOI: 10.18093/0869-0189-2014-0-4-64-68 (in Russian).
 11. Das K.M., Lababidi H., Al Dandan S. et al. Computed tomography virtual bronchoscopy: normal variants, pitfalls, and spectrum of common and rare pathology. *Can. Assoc. Radiol. J.* 2015; 66 (1): 58–70.
 12. Kotlyarov P.M. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy in diagnosis of tracheal tumours. *Pul'monologiya.* 2016; (3): 261–266. DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-3-261-266 (in Russian).
 13. Kotlyarov P.M., Sergeev N.I., Rebrikova V.A. et al. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy in diagnosis of bronchial tumours. *Sibirskiy onkologicheskii zhurnal.* 2016; 15 (6): 5–13. DOI: 10.21294/1814-4861-2016-15-6-5-13 (in Russian).
 14. Kotlyarov P.M. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy in diagnosis of tracheal and bronchial tumours. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2016; (5): 18–28 (in Russian).
 15. Kotlyarov P.M. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy (Multidetector computed tomography in diagnosis of pulmonary and trachea-bronchial diseases). Germany: Palmarium Academic Publishing; 2016 (in Russian).
 16. Li B.G., Ma D.Q., Xian Z.Y. et al. The value of multislice spiral CT features of cavitory walls in differentiating between peripheral lung cancer cavities and single pulmonary tuberculous thick-walled cavities. *Br. J. Radiol.* 2012; 85 (1010): 147–152.

Receives April 04, 2017