

# Виртуальная бронхоскопия в уточненной диагностике патологии легких

П.М.Котляров, Е.В.Егорова, В.А.Ребрикова  
Российский научный центр  
рентгенорадиологии МЗ РФ, Москва

Проанализированы данные виртуальной бронхоскопии (ВБ) 62 пациентов с опухолевым поражением легких, трахеобронхиальной системы и 29 – при бронхоэктатической болезни, фиброзных изменениях легких. Анализ виртуальной бронхоскопии и данных нативной мультиспиральной компьютерной томографии позволял наиболее полно оценить природу изменений, топоику, протяженность и распространенность патологических изменений, провести дифференциальную диагностику воспалительного и опухолевых изменений.

**Ключевые слова:** виртуальная бронхоскопия, мультиспиральная компьютерная томография, легкие, трахеобронхиальная система.

## Virtual Bronchoscopy in the Refined Diagnosis of Lung Pathology

P.M.Kotlyarov, E.V.Egorova, V.A.Rebrikova  
Russian Scientific Center of Roentgenology  
and Radiology of the Ministry of Health  
of the Russian Federation, Moscow

The data of virtual bronchoscopy (VB) of 62 patients with tumors in lungs and tracheobronchial system and 29 patients with bronchoectatic disease, fibrous changes of the lungs were analyzed. The VB analysis and data of the native Multislice Spiral CT Scan made it possible to more fully assess the nature of the changes, the topography, the extent and prevalence of pathological changes, and to make a differential diagnosis of the inflammatory and neoplastic changes.

**Keywords:** virtual bronchoscopy, Multislice Spiral CT Scan, lung, tracheobronchial system.

### Введение

Опухолевые поражения легких, трахеобронхиальной системы (ТБС) одно из распространенных заболеваний населения. Рак легкого в основном исходит из эпителия бронхов, крупные бронхи могут вторично поражаться при периферической форме злокачественного процесса, доброкачественные образования растут внутрь просвета, обуславливая нарушение вентиляции легкого [1]. Воспалительные болезни органов дыхания занимают 2-е место в структуре общей заболеваемости, нередко требуют дифференциальной диагностики с опухолевыми процессами [2]. Внедрение в клиническую практику

мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) позволили разработать программу 3D реконструкции ТБС с возможностью просмотра ее внутренней поверхности в режиме реального времени – виртуальную бронхоскопию (ВБ) [3–9]. Сравнение данных ФБС и ВБ зоны интереса показал их совпадение в части оценки макроструктуры просвета бронха, наличия внутрибронхиальных воспалительных, опухолевых изменений [10–20]. При стенозе бронха исследование его просвета дистальнее сужения при бронхоскопии затруднительно, и ВБ становится методом выбора в оценке макроструктуры стенки трахеи, бронха за местом сужения [5].

**Цель исследования:** оценить значение ВБ и сочетанного анализа ее данных с результатами нативной МСКТ в диагностике и распространенности опухолевых, воспалительных процессов легких, ТБС.

### Материалы и методы

Проанализированы данные ВБ 62 пациентов с опухолевым поражением легких, ТБС и 29 – при бронхоэктатической болезни, фиброзных изменениях легких. Рак легкого наблюдался у 34 (54,83%) (у 13 (38,23%) – центральный, у 21 (61,76%) – периферический рак с централизацией), опухоль трахеи имела место у 12 (19,35%), доброкачественные опухоли бронхов – у 16 (25,8%) пациентов. Бронхоэктатическая болезнь имела место у 14 (48,27%), поствоспалительные фиброзные изменения легких различной локализации – у 15 (51,72%) пациентов. У 4 пациентов опухоль бронха симулировала давление на его наружную стенку увеличенного лимфоузла. Диагноз верифицирован у всех больных, по данным пункционной биопсии, результатам оперативного вмешательства, динамическом КТ наблюдении. Контрольную группу, по оценке макроструктуры бронхов по данным методик ВБ, составили 18 пациентов, у которых не было выявлено патологии легких, ТБС. Данные ВБ у всех пациентов сопоставлялись с результатами ФБС.

МСКТ проводилась на 320-срезовом компьютерном томографе по ранее описанной методике [1–3]. По данным ВБ fly through («полет внутри»), анализ внутреннего просвета ТБС при отсутствии ее патологии возможен до уровня бронхов диаметром до 10 мм и более (как правило уровень дистальных отделов сегментарных бронхов). На ВБ отчетливо прослеживались макроструктура трахеи, места ветвления главных, сегментарных бронхов, бронхов пирамиды. При ВБ внутренняя поверхность бронхов гладкая, с сужением внутреннего просвета к периферии. Макроструктура слизистого слоя не находила отображения при ВБ, бронхиальные хрящи визуализировались в виде локальной «ребристости» на внутренней поверхности бронха, трахеи ровными, четкими контурами. Измерения диаметра структур ТБС производились, по данным нативной КТ, так как ВБ fly through не позволяет производить измерения из-за искажений, связанных с их перспективой.

Проанализированы данные ВБ у 34 больных раком легкого. При внутрибронхиальном росте опухоли в просвете бронха определялись бугристые, на широком основании массы, с различной степенью сужения бронха до полной его обструкции (рис. 1). Бронхиальные хрящи в зоне опухолевой инфильтрации не выявлялись. При перибронхиальном росте опухоли пораженный бронх представлял суженную трубчатую структуру, так же без визуализации бронхиальных хрящей, что позволяло предположить перибронхиальную форму рака легкого. При поражении

Рис. 1. Периферический рак верхней доли правого легкого с централизацией. МСКТ, ВБ – опухоль распространяется на верхнедолевой бронх, почти полностью перекрывая его просвет

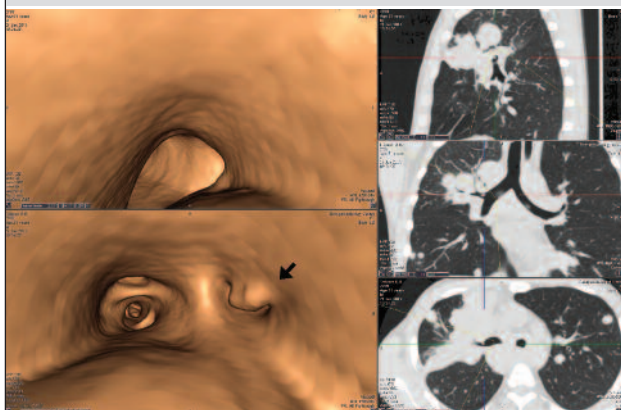
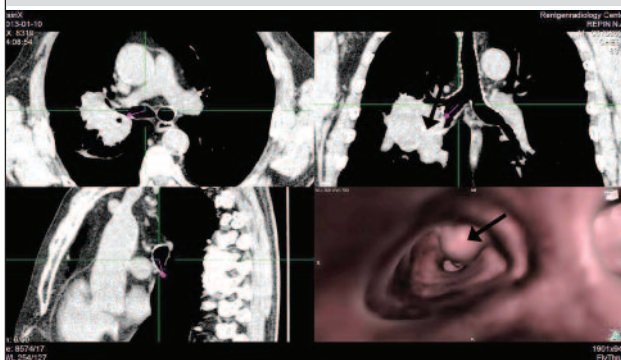


Рис. 2. Центральный рак верхней доли правого легкого с распространением на промежуточный бронх. МСКТ, ВБ – определяются опухолевые массы выступающие в просвет промежуточного бронха



разветвлений бронхов, карины трахеи последние деформировались за счет бугристых опухолевых масс (рис. 2). При раке легкого ВБ позволяла определить опухолевую инфильтрацию главного бронха, трахеи, за счет выявления сужения просвета, разрушения хрящевых структур. Неизмененные хрящевые кольца ТБС указывали на границу опухолевой инфильтрации.

Проанализированы данные ВБ 16 пациентов с доброкачественными образованиями бронхов (аденома, полип, другие). Для доброкачественных образований была характерна правильная форма образования, его ровная поверхность, сохранность макроструктуры рядом расположенных хрящевых колец (рис. 3). Папилломатоз, полипы проявлялись визуализацией образований с ровной поверхностью, на ножке, правильной формы исходящей из слизистой поверхности бронха. В ряде случаев, внешнее давление прилежащего единичного увеличенного лимфатического узла может симулировать доброкачественную опухоль (4 пациента). Комплексный анализ данных нативной МСКТ и fly through ВБ позволял определить, что деформация, сужение просвета бронха связана с наличием внешнего давления прилежащего к бронху лимфатического узла. Получаемая при ВБ информация служила «дорожной картой» для ФБС в выборе оптимального места забора материала для патоморфологического исследования, расчета пункции стенки пораженной части бронха по глубине.

Проанализированы данные 12 больных с опухолями трахеи, у 5 (41,66%) из которых было злокачественное поражение. При ВБ рак трахеи проявлялся многоузловыми, бугристыми массами суживающими

Рис. 3. Липома нижнедолевого бронха. МСКТ, ВБ – внутрибронхиальное образование с ровной поверхностью, четкими границами

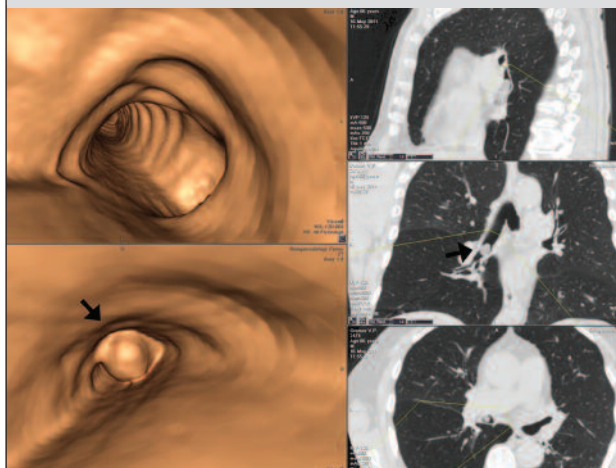
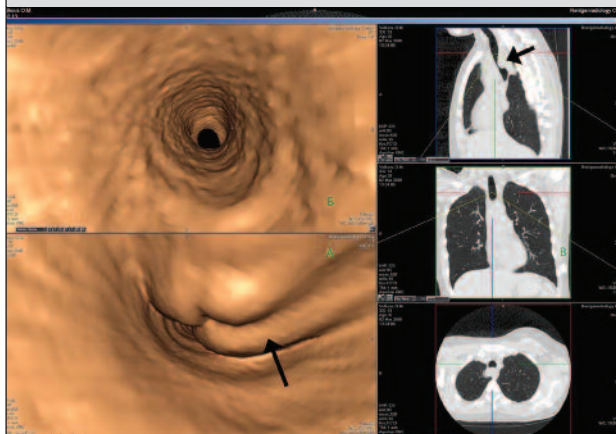


Рис. 4. Рак трахеи. МСКТ, ВБ – бугристые опухолевые массы на широком основании резко сужают просвет трахеи



просвет органа. Опухоль на широком основании локализовалась на стенке, иногда циркулярно охватывая ее. Как и при опухолевом поражении бронха хрящевые кольца трахеи в области поражения не визуализировались (рис. 4). Сочетанный анализ данных нативной МСКТ с ВБ позволял уточнить распространение процесса на окружающие ткани – у 4 пациентов опухоль локализовалась в пределах стенки, у 1 распространялась на средостение и пищевод. Возможности ВБ (как и данных МСКТ) ограничены в определении морфологического варианта злокачественного поражения.

У 7 (58,33%) с доброкачественными образованиями трахеи последние проявлялись на ВБ образованиями правильной формы, с гладкой поверхностью, на которой могли наблюдаться отдельные узловой формы возвышения, повторяющие макроструктуру основной опухоли. Инфильтрация стенки отсутствовала, расположенные рядом хрящевые кольца были сохранены. Аденома, папилломатоз, полипы при ВБ имели вид линейных структур, с ровной поверхностью (рис. 5). Тонкие (1–2 мм и меньше) полипы не отображались при ВБ, но выявлялись при нативной МСКТ. Опухоли трахеи в зависимости от внутрипросветного размера приводили к его сужению вплоть до щелевидного, что делало затруднительным проведение ФБС дистальнее стеноза и определение нижней границы опухоли.

Таким образом, анализ данных ВБ показал, что злокачественное поражение ТБС характеризуется наличием в просвете бугристых опухолевых масс, раз-



Рис. 5. Аденома карины трахеи. МСКТ, ВБ – правильной формы, четкими краями, ровной поверхностью образование

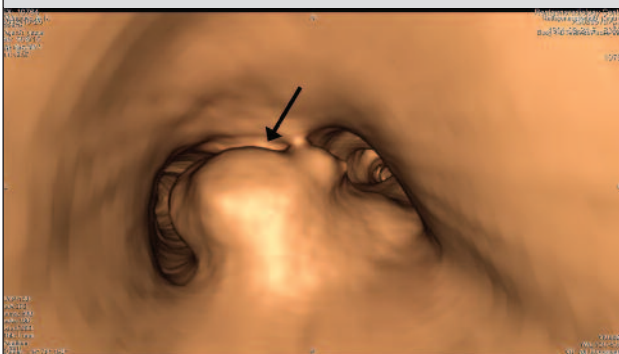


Рис. 6. Бронхоэктатическая болезнь, МСКТ, ВБ – расширение просвета, четкообразная деформация субсегментарного бронха, его разветвлений

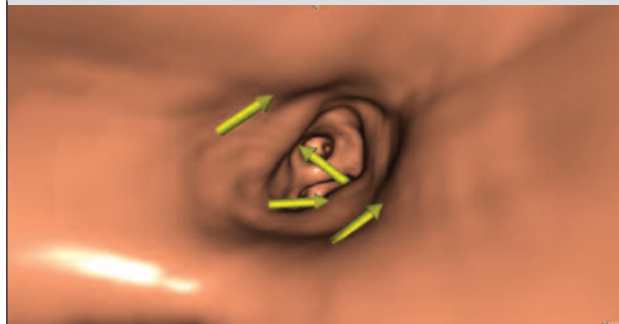
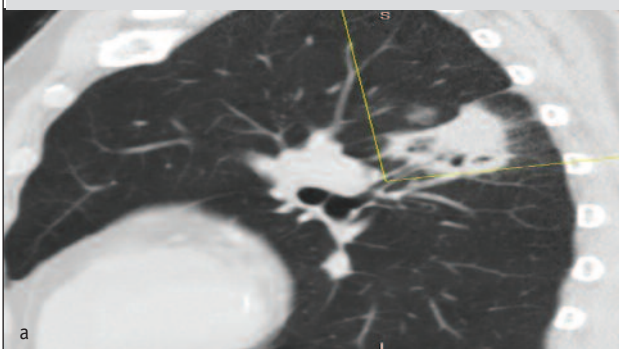


Рис. 7. Очаговое уплотнение легочной ткани левого легкого. а) МСКТ – создается впечатление обструкции бронхов – рак? б) ВБ – сегментарные бронхи сужены, деформированы за счет поствоспалительного фиброза, проходимость – поствоспалительный фиброз легкого



рушением хрящевых колец. При переbronхо-трахеальном росте опухоли определялось сужение просвета бронха, так же с разрушением колец. Для доброкачественных образований (аденома, полип, другие) – правильная форма, ровная поверхность, в ряде случаев – наличие ножки. Следует отметить, что при стенозе опухоли просвета ТБС ФБС не удалось оценить ее состояние дистальнее, что важно особенно в случаях поражения трахеи.

Проанализированы данные ВБ 14 больных с бронхоэктатической болезнью (БЭБ). ВБ определяла вид деформации просвета бронхов: линейный, мешотчатый, овальный и т.д. Шпоры бронхов были утолщены, округлены. Слизь внутри просвета отображалась в виде пристеночно расположенных комочков вплоть до полного перекрытия просвета. Нами разработана «кашлевая проба» для дифференциальной диагностики от внутрибронхиальных опухолей. Пациенту предлагалась откашляться, после чего исследование повторялось – слизистое содержимое или исчезало или перемещалось. У части больных суженный, деформированный бронх сообщался с полостным образованием с внутренним фиброзным, слизисто-гнойным содержимым, хорошо выявлявшимся при ВБ. Уровень визуализации внутренней поверхности бронха мог достигать субсегментарных бронхов 5–6 порядка, что зависело от распространенности бронхоэктатической деформации (рис. 6).

Проанализированы данные ВБ 15 больных с локальным характером фиброза легких, что требовало проведение дифференциальной диагностики с раком легкого. Подозрение на рак легкого возникало после рентгенографии грудной клетки или первичной компьютерной томографии. Пациенты не предъявляли жалоб, клиничко-лабораторная картина заболевания легких отсутствовала. В анамнезе не было указаний на перенесенный ранее в легких воспалительный процесс. Нативное КТ исследование легких выявляло очаговые изменения мягкотканой плотности, с нечет-

кими, неровными краями, в ряде случаев неоднородной макроструктуры. Болюсное усиление не выявило существенного накопления контрастного вещества в области очаговых изменений, однако у 8 (53,33%) больных имело место повышено-неравномерное распределение контрастного вещества в области изменений. ВБ fly through данных за обструкцию бронхов зоны интереса не выявило. Определялось несколько вариантов макроструктуры бронхов – сужение просвета за счет перибронхиального фиброза (рис. 7 а, б), четкообразная деформация – чередование зон сужения и расширения бронха (ов) и третий вариант – деформация бронха на фоне его дилатации, что позволило при комплексном анализе результатов КТ исключить опухолевый генез выявленных изменений. Пункционная биопсия, длительный КТ мониторинг подтвердил заключение рентгенологического исследования.

Таким образом, ВБ позволяла неинвазивно оценить ТБС при БЭБ, динамику развития болезни, особенно в случаях тяжелого состояния пациента, когда проведение ФБС нежелательно. ВБ играла существенную роль в дифференциации фиброзных изменений легких от фиброзных, исключая обструкцию бронхов в очаге фиброза.

### Обсуждение

Проведенное исследование показало, что ВБ позволяет получить дополнительную информацию о ТБС при раке легкого, вторичном поражении, доброкачественных образованиях, бронхоэктатической болезни, фиброзных изменениях в легких. Нами использовался сочетанный анализ данных ВБ fly through и нативной МСКТ, что повысило информативность ВБ и не позволяет согласиться с мнением ряда авторов об ограниченных возможностях ВБ при патологии легких [10, 12, 14, 16, 20]. Большинство работ, посвященных ВБ, основаны на отдельных клинических наблюдениях, данных литературы, без учета ре-

зультатов нативной КТ [13, 14, 16, 20]. Наше исследование проведено на основе анализа значительного клинического материала с разработкой семиотических признаков поражения ТБС, оценкой диагностической ценности методик ВБ и их сочетанного анализа с результатами нативной МСКТ. ВБ при бронхоэктатической болезни и фиброзных изменениях проведено впервые: в доступной литературе нами не обнаружено работ по данной тематике. Наше мнение о необходимости широкого применения в клинической практике ВБ совпадает с результатами работ, появившихся в последние годы [11, 13, 15, 19].

## Заключение

Виртуальная бронхоскопия – оптимальный метод уточнения опухолевого поражения бронхов, трахеи, его распространенности при раке легкого, проведения дифференциальной диагностики внешнего давления на бронх от его опухолевого поражения. ВБ – неинвазивный метод оценки ТБС при воспалительных процессах в легких, дифференциальной диагностике фиброзных изменений от опухолевых.

*Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов и спонсорской поддержке при проведении работы, анализе материала и написании статьи*

## Литература

1. Злокачественные новообразования в России в 2014 г. Под ред. А.Д.Каприна, В.В.Старостина, Г.В.Петровой. М.: 2016. – С.250. / Malignant neoplasms Russia in 2014. Ed. by A.D.Kaprin, V.V.Starostin, G.V.Petrova. M.: 2016; 250. [In Russian]
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. – Т. 25. – № 3. – С. 291–297. / Ivanova E.V., Belichenko T.N., Chuchalin A.G. the Morbidity and mortality of the working age population of Russia due to respiratory diseases in 2010–2012. Pulmonology. 2015; 25 (3): 291–297. [In Russian]
3. Котляров П.М. Постпроцессинговая обработка данных мультиспиральной компьютерной томографии в уточненной диагностике патологических изменений при диффузных заболеваниях легких. пульмонология. – 2017. – Т. 27. – № 4. – С. 472–477. / Kotlyarov P.M. Multispiral computed tomography post-processing for refining diagnosis of diffuse lung diseases. Pulmonology. 2017; 4: 472–477. [In Russian]
4. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия в дифференциальной диагностике рака легкого с воспалительными, фиброзными изменениями. Пульмонология. – 2017. – Т. 27. – № 6. – С. 748–753. / Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy in differential diagnosis of neoplastic, fibrous and inflammatory abnormalities. Pulmonology. 2017; 6: 748–753. [In Russian]
5. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений трахеи. Пульмонология. – 2016. – №3. – С. 261–266. / Kotlyarov P.M. Multidetector computer tomography with virtual bronchoscopy for diagnosis of trachea neoplasms. Pulmonology. 2016; 3: 261–266. [In Russian]
6. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений трахеобронхиальной системы. Медицинская визуализация. – 2016. – № 5. – С. 18–28. / Kotlyarov P.M. Virtual Bronchoscopy Multislice Computed Tomography in Diagnostics of Neoplastic Lesions of the Tracheobronchial Systems. Medical Visualization. 2016; 5: 18–28. [In Russian]
7. Котляров П.М. Многосрезовая компьютерная томография легких – новый этап развития лучевой диагностики заболеваний легких. Медицинская визуализация. – 2011. – №4. – С. 14–20. / Kotlyarov P.M. Multislice computed tomography of the lung – a new stage of development of radiodiagnostics of diseases of the lungs. Medical Visualization. 2011; 4: 14–20. [In Russian]
8. Троценко С.Д., Сотников В.М., Панышин Г.А., Чхиквадзе В.Д. Современные проблемы послеоперационной лучевой терапии немелкоклеточного рака легкого. Вестник рентгенологии и радиологии. – 2015. – № 2. – С. 47–55. / Trotsenko S.D., Sotnikov V.M., Pan'shin G.A., Chkhikvadze V.D. Current problems of postoperative radiotherapy for non-small cell lung cancer. Journal of radiology and nuclear medicine. 2015; 2: 47–55. [In Russian]
9. Солодкий В.А., Харченко В.П., Чхиквадзе В.Д., Панышин Г.А., Сотников В.М., Троценко С.Д., Моргунов А.А. Результаты хирургического и комбинированного лечения немелкоклеточного рака легкого с послеоперационной лучевой терапией в режиме гипофракционирования. Сообщение II. Безрецидивная выживаемость и выживаемость без локорегионарного рецидива. Вопросы онкологии. – 2016. – № 1. – С. 72–78. / Solodky V.A., Kharchenko V.P., Chkhikvadze V.D., Panshin G.A., Sotnikov V.M., Trotsenko S.D., Morgunov A.A. Results of surgical and combined treatment for nonsmall cell lung cancer with postoperative radiation therapy in a mode of hypofractionation. Post II. Relapse-free survival and survival without locoregional recurrence. Problems in Oncology. 2016; 1: 72–78. [In Russian]
10. Adamczyk M., Tomaszewski G., Naumczyk P., Kluczevska E., Walecki J. Usefulness of computed tomography virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchi divisions. Pol J Radiol. 2013 Jan; 78 (1): 30–41.
11. Aliannejad R. Comment on Comparison of virtual bronchoscopy to fiber-optic bronchoscopy for assessment of inhalation injury severity. Burns. 2015 Nov; 41 (7): 1613–1615.
12. Bauer T.L., Steiner K.V. Virtual bronchoscopy: clinical applications and limitations. Surg Oncol Clin N Am. 2007 Apr; 16 (2): 323–328.
13. Das K.M., Lababidi H., Al Dandan S., Raja S., Sakkijha H., Al Zoom M., Al Dosari K., Larsson S.G. Computed tomography virtual bronchoscopy: normal variants, pitfalls, and spectrum of common and rare pathology. Can Assoc Radiol J. 2015 Feb; 66 (1): 58–70.
14. Debnath J., George R.A., Satija L. et al. Virtual bronchoscopy in the era of multi-detector computed tomography: Is there any reality? Med J Armed Forces India. 2013 Jul; 69 (3): 305–10.
15. Gutiérrez R., Rodríguez S. D., Ros Lucas J.A. Torsion of Middle Lobe after Lobectomy. Correlation between Optical Bronchoscopy-Computed Tomography Virtual Bronchoscopy. Arch Bronconeumol. 2015 Jul; 51 (7): 355–359.
16. Hussein S.R. Role of virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchial lesions: a pictorial essay. Curr Probl Diagn Radiol. 2013 Mar-Apr; 42 (2): 33–39.
17. Luo M., Duan C., Qiu J., Li W., Zhu D., Cai W. Diagnostic Value of Multidetector CT and Its Multiplanar Reformation, Volume Rendering and Virtual Bronchoscopy Postprocessing Techniques for Primary Trachea and Main Bronchus Tumors. PLoS One. 2015 Sep 2; 10 (9): e0137329.
18. Osiri X., Sano A., Tsuchiya T. J. Virtual Bronchoscopy Using Bronchology Interv Pulmonol. 2014 Apr; 21 (2): 113–116.
19. Jugpal T.S., Garg A., Sethi G.R. et al. Multi-detector computed tomography imaging of large airway pathology: A pictorial review. World J Radiol. 2015 Dec 28; 7 (12): 459–474.
20. Terzibaşioğlu E., Dursun M., Güven K. et al. The diagnostic efficiency of multislice CT virtual bronchoscopy in detecting endobronchial tumors. Tuberk Toraks. 2008; 56 (1): 43–49.

## Сведения об авторах:

**Котляров Петр Михайлович** – д.м.н., профессор, заведующий научно-исследовательским отделом новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, Москва

**Егорова Екатерина Владимировна** – к.м.н., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, Москва

**Ребрикова Вера Александровна** – младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, Москва