

Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений трахеобронхиальной системы

Котляров П.М.

ФГБУ "Российский научный центр рентгенорадиологии" Минздрава России, Москва, Россия

Virtual Bronchoscopy Multislice Computed Tomography in Diagnostics of Neoplastic Lesions of the Tracheobronchial Systems

Kotlyarov P. M.

Russian Scientific Center of X-ray Radiology, Moscow, Russia

Цель исследования: уточнить значение методик виртуальной бронхоскопии (ВБ) в повышении диагностической информативности мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике и распространенности опухолевого поражения трахеобронхиальной системы (ТБС).

Материал и методы. Проанализированы данные ВБ МСКТ по разработанной нами методике у 87 больных с опухолям ТБС.

Результаты. Комплексный анализ нативных, пост-процессинговых и данных объемных реконструкций позволял наиболее полно оценить природу изменений, топик, протяженность и распространенность опухолевого поражения ТБС, а также провести дифференциальную диагностику доброкачественного и злокачественного поражения, особенно при стенозирующих поражениях, когда выполнение бронхофиброскопии было невозможно. Признаками злокачественности опухоли были широкое основание с разрушением подлежащих хрящевых структур, неровная бугристая поверхность, инфильтрация стенки трахеи, бронхов.

Выводы. ВБ МСКТ – оптимальный метод диагностики, определения вероятностной природы опухолевых поражений ТБС, распространенности процесса. При стенотических поражениях трахеи МСКТ ВБ становится методом выбора в оценке распространенности процесса.

Ключевые слова: виртуальная бронхоскопия, мультиспиральная компьютерная томография, опухоли трахеобронхиальной системы.

The purpose: to assess the value of techniques of virtual bronchoscopy (VB) in improving the diagnostic information content of multislice computed tomography (MSCT) in the diagnosis and prevalence of neoplastic lesions of the tracheobronchial system (TBS).

Materials and methods. Analyzed the data virtual bronchoscopy multislice computed tomography we have developed methods 87 patients with tumors of TBS.

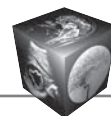
Results. A comprehensive analysis of native, postprocessing data and volumetric reconstructions was possible to more fully assess the nature of the changes to the topography, the extent and prevalence of neoplastic lesions of the tracheobronchial system. To carry out differential diagnostics of benign and malignant lesions, especially in stenotic lesions, when the execution of bronchofibroscope was impossible. Signs of malignancy of the tumor had a wide base and destroys the adjacent cartilage structures, a rough bumpy surface, infiltration of the wall of the trachea, bronchus.

Conclusion. WB MSCT optimal method of diagnosis, determining the probabilistic nature of neoplastic lesions of TBS, the prevalence of the process. When stenotic lesions of the trachea, WB MSCT is becoming the method of choice in assessing the extent of the process.

Key words: virtual bronchoscopy, multidetector computed tomography, tumors of the tracheobronchial system.

Введение

Поражение трахеобронхиальной системы (ТБС) среди онкологических заболеваний состав-



ляет у мужчин 17,8%, у женщин – 3,7% [1]. Трахея, кроме первичных новообразований, может поражаться вторично – при раках пищевода, щитовидной железы, легкого. Целый ряд доброкачественных образований растут внутрь просвета трахеи и бронхов, обуславливая нарушение вентиляции легкого. Крупные бронхи могут вторично поражаться при центральной, периферической форме рака легкого [2–5]. Внедрение в клиническую практику мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), новые технологии сбора информации и постпроцессинговой обработки изображений позволили разработать программу 3D-реконструкции ТБС с возможностью просмотра ее внутренней поверхности в режиме реального времени – виртуальной бронхоскопии (ВБ) [2–18]. Дополнение ВБ изображениями в режиме минимальной и максимальной интенсивности (MinIP, MIP), режиме оттененных поверхностей – VTR позволяет оценить состояние наружной стенки ТБС, взаимоотношение системы с прилегающими органами и тканями [4–7, 10, 18]. Сравнение данных фибробронхоскопии (ФБС) и ВБ зоны интереса показало их совпадение в оценке макроструктуры просвета бронха, наличия внутрибронхиальных опухолевых масс, их вида и локализации [6, 11, 14]. В отечественной литературе недостаточно работ, посвященных МСКТ ВБ в уточнении опухолевого поражения главных, долевого, сегментарных бронхов, его распространения по бронхиальной системе, а сам метод недостаточно используется в учреждениях здравоохранения для уточнения нативных данных МСКТ легких. Кроме того, исследование бронха дистальнее стеноза при бронхоскопии затруднительно и ВБ становится единственным методом, дающим возможность оценить макроструктуру бронха за местом сужения [2, 5–7, 18].

Сдержанное отношение к ВБ радиологов зарубежных стран на начальном этапе накопления данных сменилось широким применением метода в клинической практике, на что указывает значительный рост публикаций в последние годы [2, 3, 9–15].

Цель исследования

Уточнить понятие методик ВБ, их роль в повышении диагностической информативности МСКТ в диагностике и распространенности опухолевого поражения ТБС.

Материал и методы

В исследование вошло 87 пациентов, которых разделили на 2 группы. В 1-й группе проанализированы данные МСКТ 26 (29,9%) больных с опухолевым поражением трахеи. Злокачественные опухоли трахеи выявили у 16 (61,5%) больных: аденокарцинома трахеи – у 10 больных, плоскоклеточный – у 6 (процесс распространялся за пределы стенки органа, инфильтрируя окружающие ткани, у 5 из больных с опухолевым поражением трахеи); доброкачественные опухоли – у 10 (38,5%): аденома – у 4, полип – у 3, папилломатоз – у 3. Во 2-й группе проанализированы данные МСКТ 61 (70,1%) больного с опухолевым поражением бронхов первичного и вторичного генеза, гиперплазированными лимфоузлами. Злокачественные опухоли выявили у 44 (72,1%) больных: рак легкого – у 35 (периферическая форма с централизацией – у 15 и центральная – у 20), метастатическое поражение легких, лимфоузлов – у 5, поствоспалительная гиперплазия лимфоузла, прилежащего к бронху, – у 4 больных; доброкачественные образования бронхов обнаружены у 17 (27,9%) больных: аденома – у 8, полипоз – у 5, папилломатоз – у 4.

Диагноз был верифицирован у всех больных методом забора материала при ФБС и морфологического исследования по результатам оперативного вмешательства.

МСКТ выполняли на компьютерных томографах Toshiba Aquilion 16 (16-срезовый) и Aquilion ONE (320-срезовый) по ранее описанной методике [4–6]. Сравнительный анализ ценности различных методик МСКТ ВБ в определении поражения ТБС показал необходимость использования их в комплексе для полноценной характеристики как внутрипросветной части трахеи, карины, главных

Для корреспонденции: Котляров Пётр Михайлович – 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86. ФГБУ РНЦРР МЗ РФ, научно-исследовательский отдел новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем. Тел.: 8-495-334-81-86. E-mail: marnad@list.ru

Котляров Пётр Михайлович – доктор мед. наук, профессор, заведующий научно-исследовательским отделом новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем ФГБУ РНЦРР МЗ РФ, Москва.

Contact: Kotlyarov Peter Mikhailovich – 117997 Moscow, Profsoyuznaya str., 86. Department of new technologies and semiotics beam diagnostics of diseases of organs and systems of Russian Scientific Center of Roengenordiology (RSCRR), Moscow, Profsoyuznaya str., 86, Moscow, Russian Federation. Phone: +7-495-334-81-86. E-mail: marnad@list.ru

Kotlyarov Peter Mikhailovich – doct. of med. sci., professor, the head of research Department of new technologies and semiotics beam diagnostics of diseases of organs and systems of Russian Scientific Center of Roengenordiology (RSCRR), Moscow.



бронхов, так и наружной стенки на изображениях MiniIP и MIP. Для реконструкции 3D-данных в изображении ВБ использовалась техника объемного моделирования, выдающая трехмерный массив с отображением как внутренней, так и наружной поверхности бронхов. На основании этих данных выполняли виртуальное эндоскопическое обследование трахеобронхиального дерева по методу fly through с объемной реконструкцией легкого и его структур. С целью получения наружной поверхности легкого, трахеи или полупрозрачного, где на фоне наружных контуров возможно многопроекционное изучение ТБС, использовали методику получения изображения оттененных поверхностей и объемного преобразования. В комплексный анализ обязательно включаются данные нативной МСКТ, результаты которой позволяют избежать ложноположительных и отрицательных заключений при наличии в ТБС слизи, рубцовых изменений, провести динамические пробы (в частности, кашлевую).

Результаты

Анализ данных МСКТ ВБ у 16 больных раком трахеи. При ВБ опухолевые массы, распространяющиеся внутри просвета органа, были представлены многоузловыми массами неоднородной плотности, суживающие просвет органа. Опухоль широким основанием локализовалась на стенке трахеи, распространяясь вдоль ее или циркулярно. Кольца трахеи зоны поражения не визуализировались. Мультипланарные реконструкции изображения в режиме MiniIP, режиме оттененных поверхностей и объемных преобразований позволяли отчетливо представить распространение опухолевого поражения за стенку трахеи, протяженность и объем поражения, степень перекрытия просвета органа (рис. 1). У 11 пациентов опухоль локализовалась в пределах тканей органа, не выходя в окружающую ткань, у 5 прорастала стенку трахеи и распространялась на ткани средостения, пищевод (1 пациент). У 6 из 11 больных наружный край стенки имел ровную поверхность, опухолевый процесс распространялся в основном по внутренней поверхности органа, не инфильтрируя стенку. Утолщение стенки трахеи наблюдалось у 5 пациентов, что указывало на опухолевую ее инфильтрацию. Внеорганный компонент опухоли была неоднородной плотности, многоузловой, без четких контуров с окружающей тканью. Опухоли трахеи неоднородно – хаотично накапливали контрастное вещество при болюсном контрастном усилении. Мультипланарные реконструкции в режимах MiniIP и MIP отчетливо выявляли внеорганный компонент рака трахеи. Признаками прора-

стания пищевода были сдавление, перекрытие его просвета, дилатация выше места инфильтрации (1 больной). У 5 пациентов дополнительно определялись увеличенные регионарные лимфатические узлы (диаметр 13–17 мм), что указывало на высокую степень вероятности метастатического поражения. Данные МСКТ ВБ не позволяли определить морфологический вариант злокачественного поражения, состояние слизистой трахеи зоны поражения и интактных областей.

Анализ данных МСКТ ВБ у 10 пациентов с доброкачественными образованиями трахеи. Для доброкачественных образований были характерны правильная форма образования, гладкая поверхность, однородная внутренняя структура, отсутствие инфильтрации стенки, разрушения хрящей трахеи. При локализации образования на слизистой трахеи опухоль выступала в просвет органа, суживала его просвет (рис. 2). Образование, исходящее из наружных отделов трахеи, деформировало, оттесняло трахею в противоположную сторону без сужения просвета, признаков инфильтрации наружной стенки.

При росте в направлении пищевода последний также оттеснялся образованием без признаков его инфильтрации. Папилломатоз, полипы проявлялись визуализацией гладких, на ножке, правильной формы исходящих из слизистой линейных структур, локализующихся по боковой стенке трахеи (рис. 3).

Как показал сочетанный анализ нативных данных МСКТ и методик ВБ (fly through, MiniIP, MIP, 3D-реконструкции), данный подход обладает высокой эффективностью в предсказательном тесте природы как первичного, так и вторичного поражения органа. Для доброкачественных образований (аденома, полип и др.) было характерно наличие ножки, связывающей образование и слизистую трахеи, стенка которой не была утолщена или инфильтрирована. Доброкачественное образование пролабировало в просвет органа, имело правильную форму, гладкую поверхность, однородную структуру. Вторичные смещения трахеи доброкачественными процессами, исходящими из средостения, пищевода, проявляются смещением органа в противоположную от образования сторону, без признаков инфильтрации стенки.

Таким образом, признаками злокачественности опухоли трахеи были ее широкое основание с разрушением подлежащих хрящевых структур, неровная бугристая поверхность, инфильтрация стенки трахеи по протяженности, выход процесса за пределы органа с инфильтрацией тканей средостения, распространения на пищевод. Дополнительным признаком злокачественности

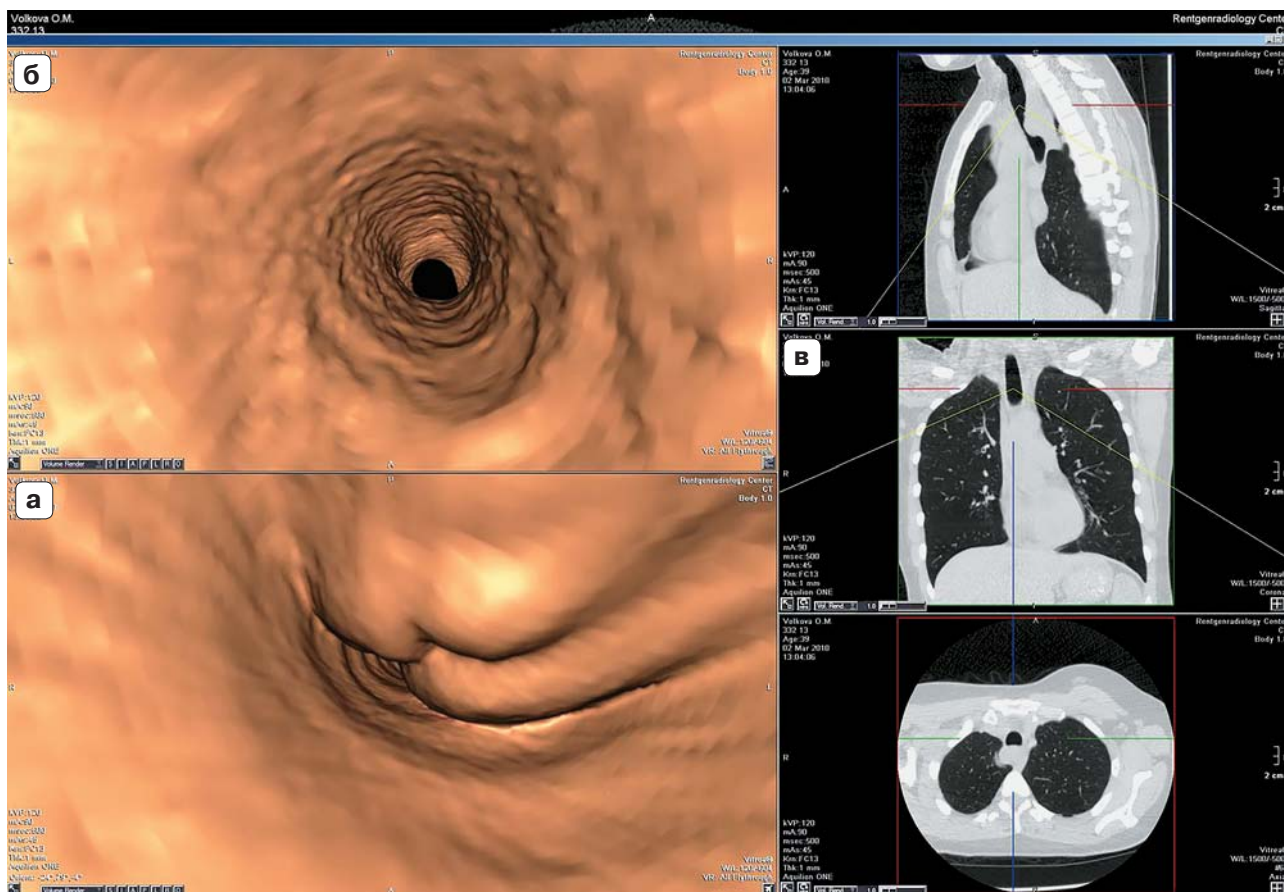
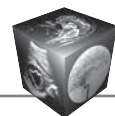


Рис. 1. Аденокистозный рак трахеи. а – ВБ, бугристая опухоль на широком основании стенозирует просвет трахеи (проведение ФБС невозможно); б – ВБ, дистальнее опухоли стенка трахеи интактна; в – многоплоскостное переформатирование данных МСКТ для навигации построения зоны интереса ТБС – по правобочковой стенке трахеи определяется опухоль на широком основании (сагиттальный срез), с неровными бугристыми контурами, прорастающая правобочковую стенку трахеи (аксиальный срез).

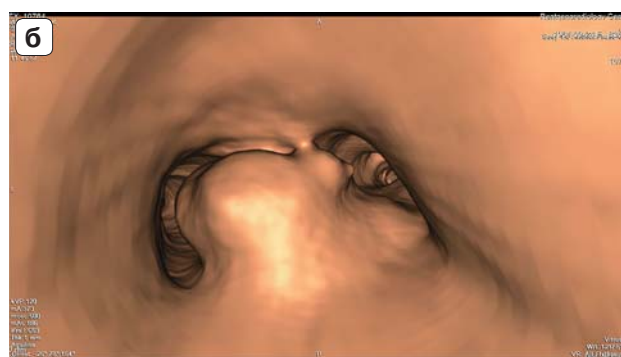
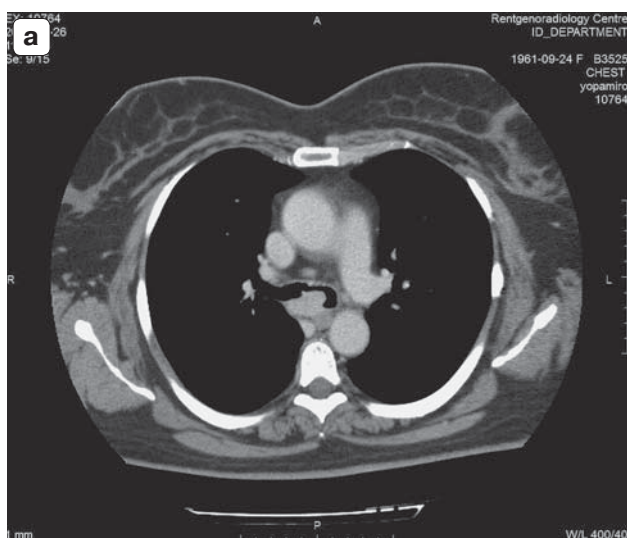


Рис. 2. МСКТ-изображения аденомы карины трахеи. а – МIP, аксиальный срез, деформация карины трахеи за счет образования однородной структуры; б – ВБ, в области карины определяется правильной формы с гладкой поверхностью образование.



Рис. 3. МСКТ-изображение папилломатоза трахеи, аксиальный срез, обработка в MIP-режиме – визуализация папилломы по правобоковой стенке трахеи.

изменений была визуализация увеличения регионарных лимфатических узлов.

Анализ данных МСКТ ВБ у 35 больных раком легкого. В результате проведенного исследования по данным методик ВБ наблюдали 3 варианта опухолевого поражения бронхов: преимущественно перибронхиальная, преимущественно внутрибронхиальная и смешанная форма инфильтрации. При внутрибронхиальном росте опухоли (10 больных центральным и 13 больных периферическим раком с централизацией) ведущей методикой определения макроструктуры и границы поражения была fly through ВБ. Внутри просвета бронха визуализировались бугристые полиповидные массы, расположенные, как правило, на широком основании, суживали бронх вплоть до полной обструкции (рис. 4).

Хрящевые структуры бронха в области поражения не визуализировали. При распространении поражения на область разветвления бронхов последняя теряла “заостренный” вид, увеличивалась, деформировалась. Аналогично вела себя карина трахеи при перибронхиальном распространении опухоли – из гладкой и пикообразной она превращалась в покрытую опухолевыми разрастаниями бесформенную структуру. Изображения трахеи и бронхов в MinIP- и MIP-режимах, 3D-объемных реконструкциях дополняли картину ВБ fly through, позволяя оценить связь внутрибронхиальных масс с легочной частью опухоли и тем самым получить целостное представление о распространенности рака легкого (рис. 5).

При перибронхиальной инфильтрации (4 пациента с центральным раком) семиотическим признаком в режиме MinIP была визуализация различной степени локального сужения просвета

бронха. Место перехода патологически измененного участка в неизмененную ткань бронха являлось границей инфильтрации и выглядело как “штыкообразное” расширение просвета. Анализ показал наличие подвариантов перибронхиального роста опухоли – циркулярную, когда инфильтрировались все стенки бронха, и очагово-сегментарную, при которой опухоль поражала одну из стенок бронха. Методика fly through ВБ выявляла у данной группы пациентов наряду с сужением просвета бронха исчезновение четкообразности строения бронха за счет инфильтрации хрящевых структур.

Для смешанного варианта инфильтрации ТБС было характерно сочетание симптомов 1-го и 2-го вариантов ВБ (6 больных центральным и 2 периферическим раком). При этом наряду с внутрибронхиальным компонентом опухоли определяли его перибронхиальный рост по направлению к главным, долевым бронхам, трахее.

Одной из задач МСКТ при раке легкого является определение границы опухолевой инфильтрации, ее распространенности на проксимальные отделы ТБС, что существенно для планирования операции. Это обусловлено тесной связью в области ворот легких бронхов, крупных артериальных и венозных сосудов, лимфатических узлов, фиброзных изменений как результат предшествующих воспалительных процессов, что делает затруднительным выявление опухолевой инфильтрации главных бронхов, трахеи по данным нативной КТ, однако существенно важно для планирования оперативного вмешательства [19]. Данные нативной МСКТ далеко не всегда позволяют полностью ответить вопрос о поражении трахеи при раке легкого. Опухолевая инфильтрация может наблюдаться как при центральном, так и периферическом раке с централизацией. Признаками инфильтрации при fly through ВБ главного бронха, трахеи были сужение просвета, отсутствие визуализации хрящевых структур – бронх превращался в деформированную трубчатую структуру. Область сохранных хрящевых структур указывала на край опухолевой инфильтрации. По данным МСКТ ВБ нами выделено 3 варианта опухолевого поражения трахеи при раке легкого: преимущественно перитрахеальная (2 пациента), преимущественно внутрибронхиальная (3 пациента) и смешанная форма инфильтрации (1 больной). При первом варианте – перитрахеальной инфильтрации – ведущей методикой являлся анализ изображений MinIP, позволивший уточнить данные первичной МСКТ. Семиотическим признаком в MinIP-режиме инфильтрации наружной части трахеи опухолью было локальное сужение просвета трахеи. Граница инфильтрированных тканей, как и при поражении

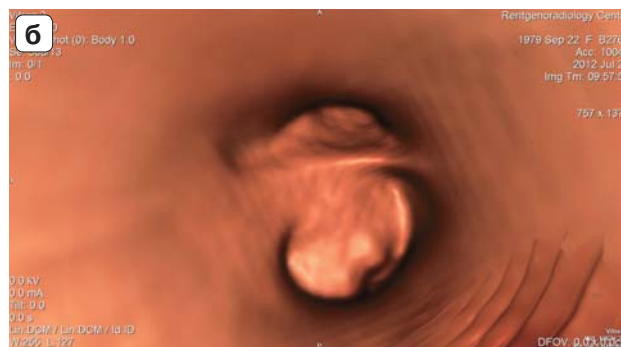
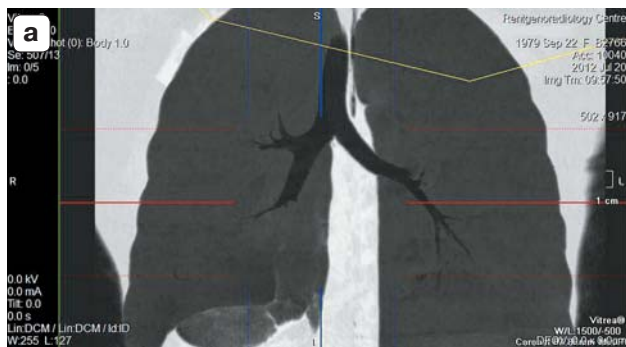
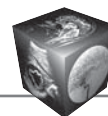
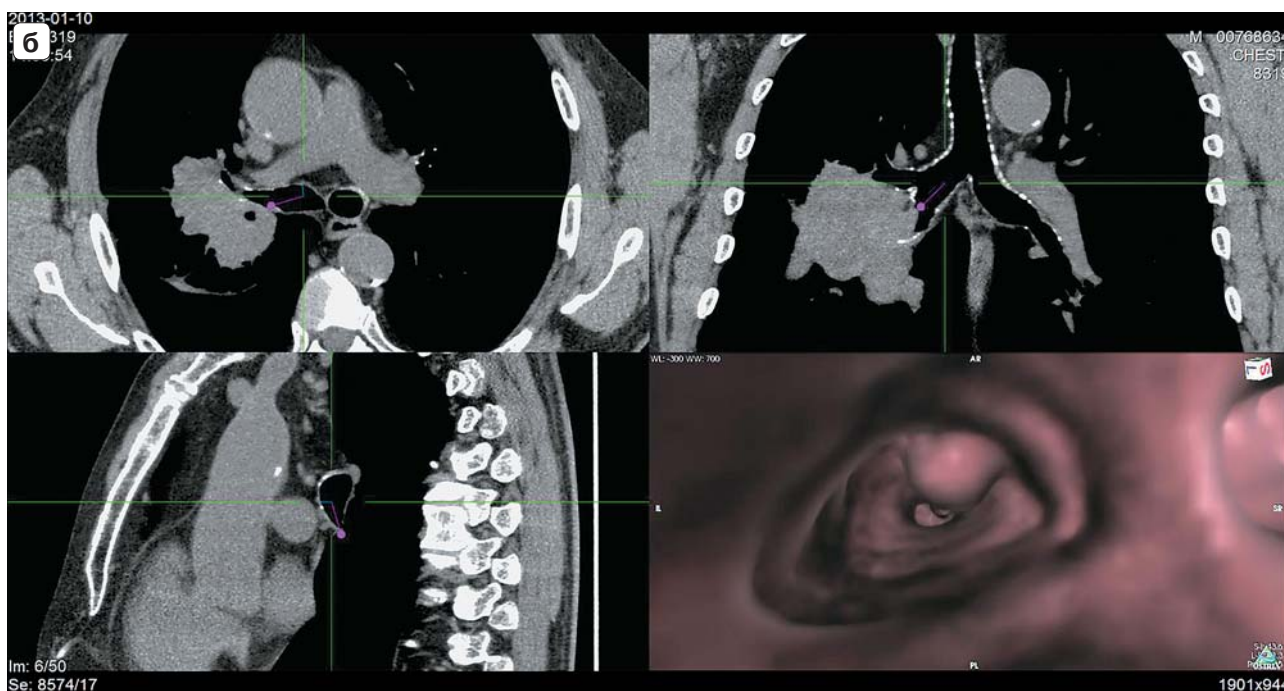


Рис. 4. МСКТ-изображения рака нижнедолевого бронха справа. а – MinIP, фронтальная реконструкция, в просвете нижнедолевого бронха бугристые массы, гиповентиляция нижней доли легкого справа; б – ВБ, бугристая опухоль на широком основании стенозирует просвет нижнедолевого бронха правого легкого ниже отхождения среднедолевого бронха.

Рис. 5. МСКТ-изображения периферического рака правого легкого с централизацией. а – MIP, фронтальная реконструкции 20 мм, опухоль подрастает к верхнедолевому и промежуточному бронху; б – ВБ, в просвете проксимальной части промежуточного бронха опухолевые массы.



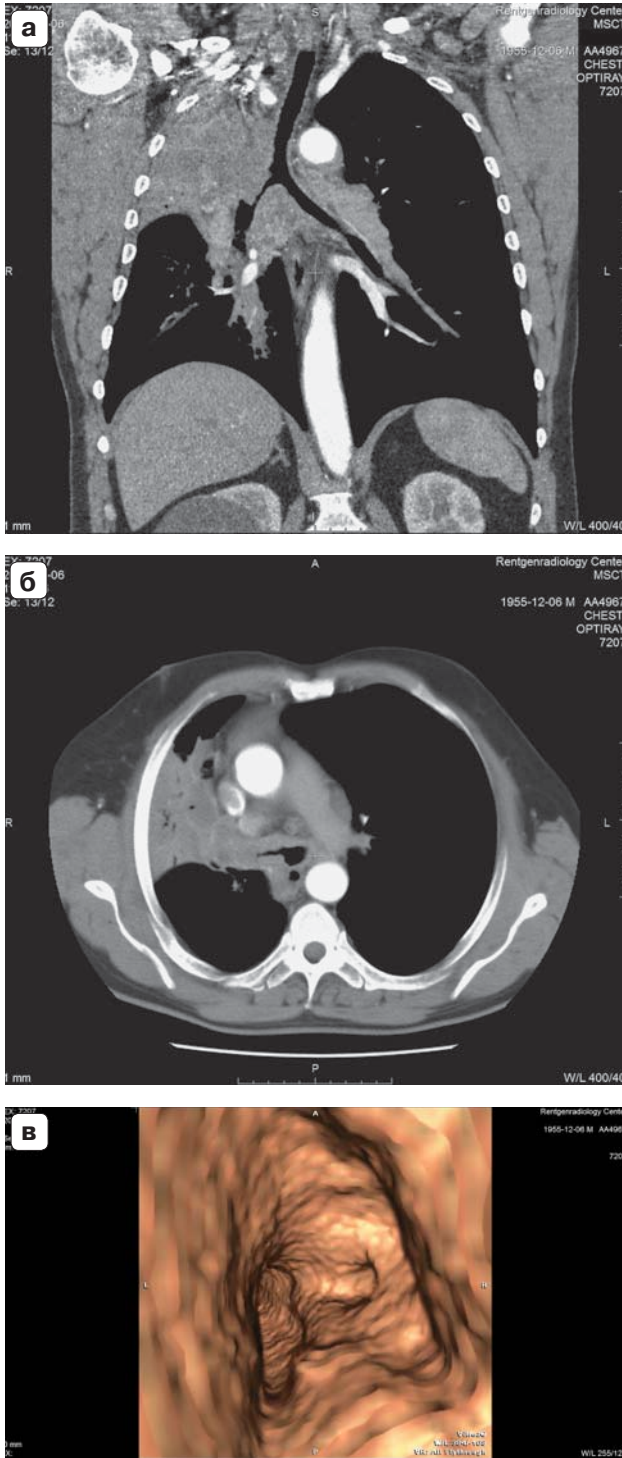


Рис. 6. МСКТ-изображения центрального рака верхней доли правого легкого, ателектаз верхней доли, распространение опухоли на главный бронх, трахею. а – MinIP, фронтальная реконструкция; б – аксиальный срез, правый главный бронх сужен за счет опухолевой инфильтрации, подозрение на опухолевое поражение трахеи; в – ВБ, вид из трахеи, правый главный бронх циркулярно сужен, опухоль распространяется на правую полукруглость трахеи и карину.

бронхов, определялась местом визуализации хрящевых колец и расширением просвета трахеи. При преимущественно интратрахеальном росте опухоли ведущей методикой определения макроструктуры и границы поражения были ВБ и изображения в режимах MinIP, MIP. При этом хрящевые структуры не визуализировались, просвет представлялся или в виде суженной гладкой “трубы”, или в просвете органа определялись бугристые, полипообразные массы. Хрящевые структуры зоны поражения не визуализировали (рис. 6).

3D-реконструкции в режиме полупрозрачных или оттененных поверхностей носили вспомогательный характер, давая объемное представление о протяженности изменений, дополняли данные обеих методик как в наличии изменений, так и границы инфильтративных изменений. Построение 3D-реконструкций позволяло получить объемное изображение зоны патологии и окружающих тканей, в том числе сосудов, сопоставив их с массивом опухоли, что позволяет осуществить виртуальную реконструкцию зоны оперативного вмешательства для оптимального выбора хирургической тактики.

У 5 больных было выявлено метастатическое поражение легких, лимфоузлов ворот органа (первично: рак почки – 3, рак толстой кишки – 2 больных). Часть очагов инфильтрировало сегментарные, долевыми бронхи, пакеты увеличенных лимфоузлов вызывали их сдавление, что приводило к нарушению вентиляции пораженных сегментов, долей легких вплоть до развития ателектаза. При fly through ВБ пораженных бронхов отчетливо выявлялись суживающие просвет узлов образования, изменение макроструктуры стенки бронха в зоне инфильтрации, которые идентифицировались как вторичные очаги при сопоставлении с результатами анализа MinIP-изображений зоны интереса, данными нативной МСКТ. При сдавлении бронха пакетами метастатически пораженных лимфоузлов визуализировали сужение просвета вплоть до его перекрытия без признаков инфильтрации стенки (рис. 7).

Анализ данных МСКТ ВБ у 17 пациентов с доброкачественными образованиями бронхов. Для доброкачественных образований (аденома, полип, папиллома) были характерны правильная форма образования, гладкая поверхность, однородная внутренняя структура, отсутствие инфильтрации стенки, разрушения хрящей стенки бронха. При локализации образования на слизистой опухоль визуализировалась в просвете бронха, вызывая его сужение (рис. 8).

В ряде случаев внешнее давление прилежащего единичного увеличенного лимфоузла может симу-

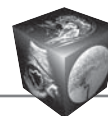
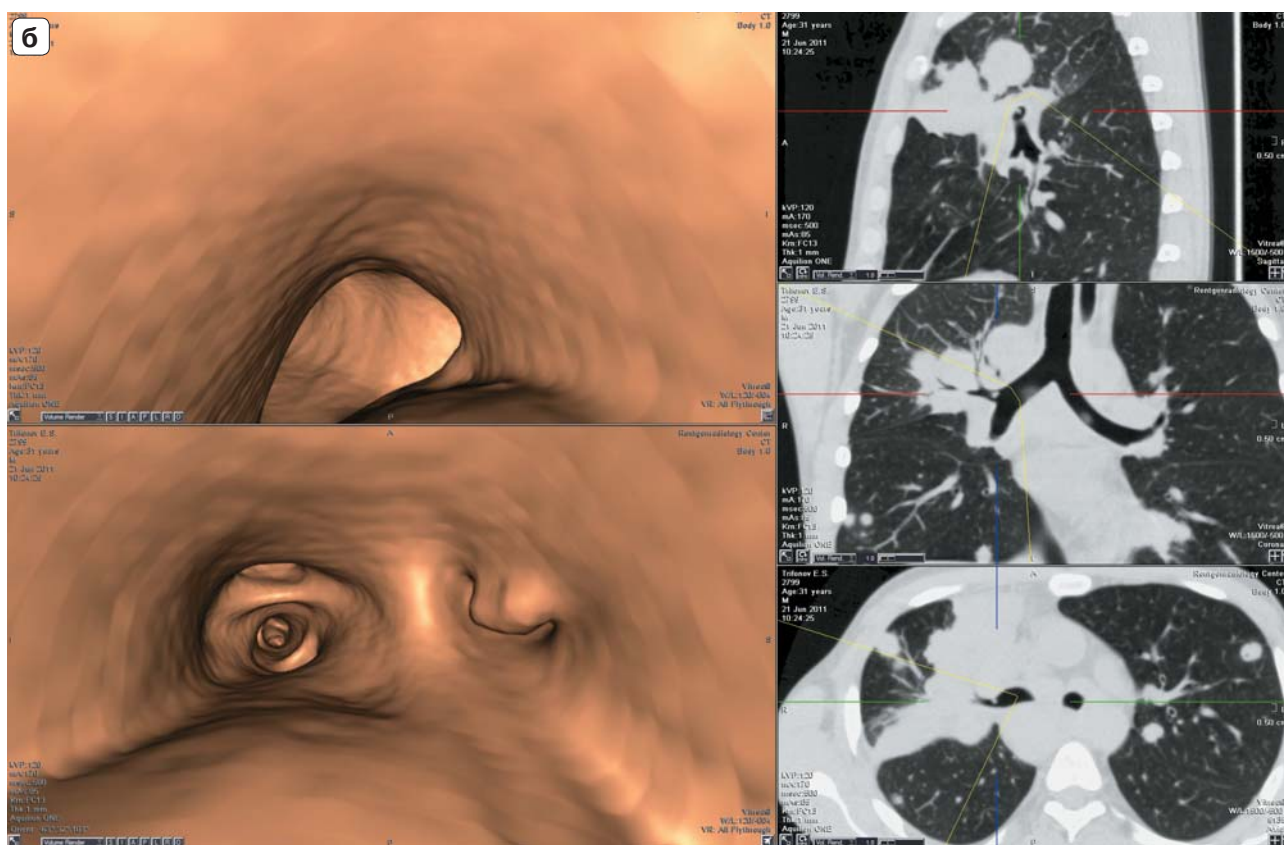


Рис. 7. Рак почки, МСКТ-изображения вторичного поражения легких, лимфозлов корней легких. а – MinIP-изображение, фронтальная реконструкция, множественные очаговые поражения легких, пакеты увеличенных лимфоузлов, сужение и деформация бронхов, гиповентиляция верхней доли правого легкого; б – fly through ВБ, опухолевые массы стенозируют верхнедолевой бронх правого легкого.



лизовать доброкачественную опухоль (4 пациента). Комплексный анализ данных нативной МСКТ и fly through ВБ позволял определить, что деформация, сужение просвета бронха связаны с наличием внешнего давления прилежащего к бронху лимфоузла (рис. 9). Наличие визуальной информации давало возможность разработать “дорожную карту” для выполнения ФБС с целью определения оптимального места забора материала для цитологического исследования, рассчитать глубину пункции стенки пораженной части бронха.

Как показал сочтенный анализ нативных данных МСКТ и методик ВБ, данный подход обладает высокой эффективностью в предсказательном тесте природы как первичного, так и вторичного поражения ТБС. При доброкачественных образованиях (аденома, полип и др.) макроструктура хрящевых структур сохранялась, отсутствовала инфильтрация окружающих тканей. Доброкачественное образование пролабировало в просвет органа, имело правильную форму, гладкую поверхность, однородную структуру. Для злокачественного поражения было характерно наличие

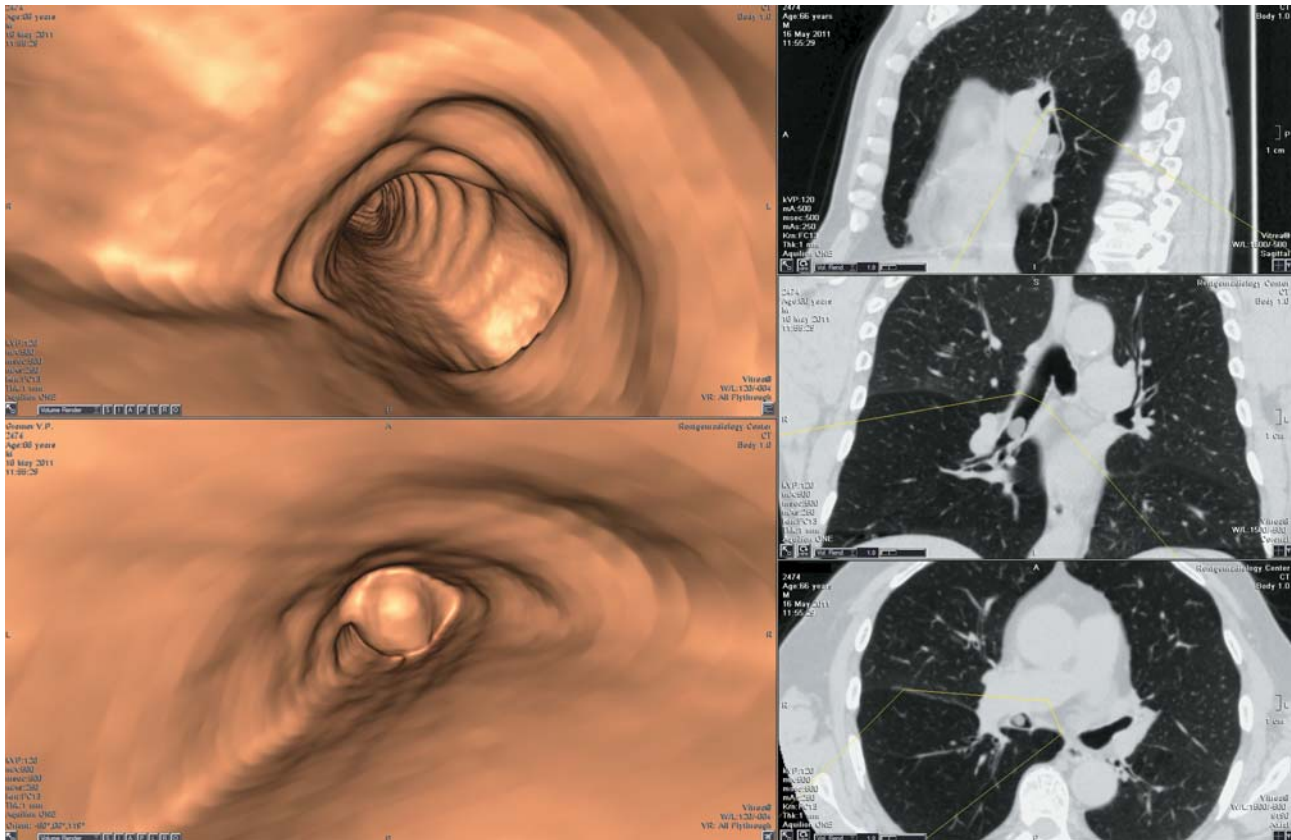
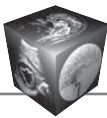


Рис. 8. МСКТ-изображения аденомы правого промежуточного бронха, ВБ МСКТ, на нативных компьютерных томограммах (правая часть рисунка) в просвете правого промежуточного бронха определяется образование, которое на ВБ исходит из слизистой стенки бронха, с ровными четкими контурами, макроструктура бронха сохранена.

в просвете бугристых опухолевых масс, исчезновение кольцевидной структуры за счет разрушения хрящей. При перибронхотрахеальном росте определялось сужение просвета с исчезновением кольцевидных хрящевых структур.

Обсуждение

Проведенное исследование показало, что методики постпроцессинговой обработки нативных данных МСКТ позволяют получить дополнительную информацию о ТБС при раке легкого, вторичном поражении, доброкачественных образованиях. В отличие от ранее проведенных исследований [11, 12, 19, 22], когда в анализ бралась только методика fly through ВБ в отрыве от результатов постпроцессинговых реформаций и нативной МСКТ, мы использовали сочетанный анализ всех данных, что позволило повысить информативность МСКТ в целом и относительно поражения ТБС в частности, что не позволяет согласиться с мнением вышеприведенных авторов об ограниченных возможностях ВБ при патологии легких. Большинство работ, посвященных ВБ, основаны на отдельных клинических наблюдениях и данных

литературы [12, 13, 16, 17]. 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. В целом наше мнение о необходимости широкого применения в клинической практике МСКТ ВБ совпадает с результатом работ, опубликованных в последние годы [13, 15, 17, 21].

Заключение

ВБ МСКТ с возможностями мультипланарных и объемных реконструкций, постпроцессинговой обработки изображений – оптимальный метод диагностики, определения вероятностной природы опухолевых поражений трахеи, распространенности процесса как за пределы органа, так и вторичных инвазий. В ряде случаев при стенотических поражениях трахеи МСКТ ВБ становится методом выбора в оценке распространенности процесса. Виртуальное моделирование внутрипросветной опухоли трахеи наряду с данными ее выхода в окружающие ткани дает ценную ин-

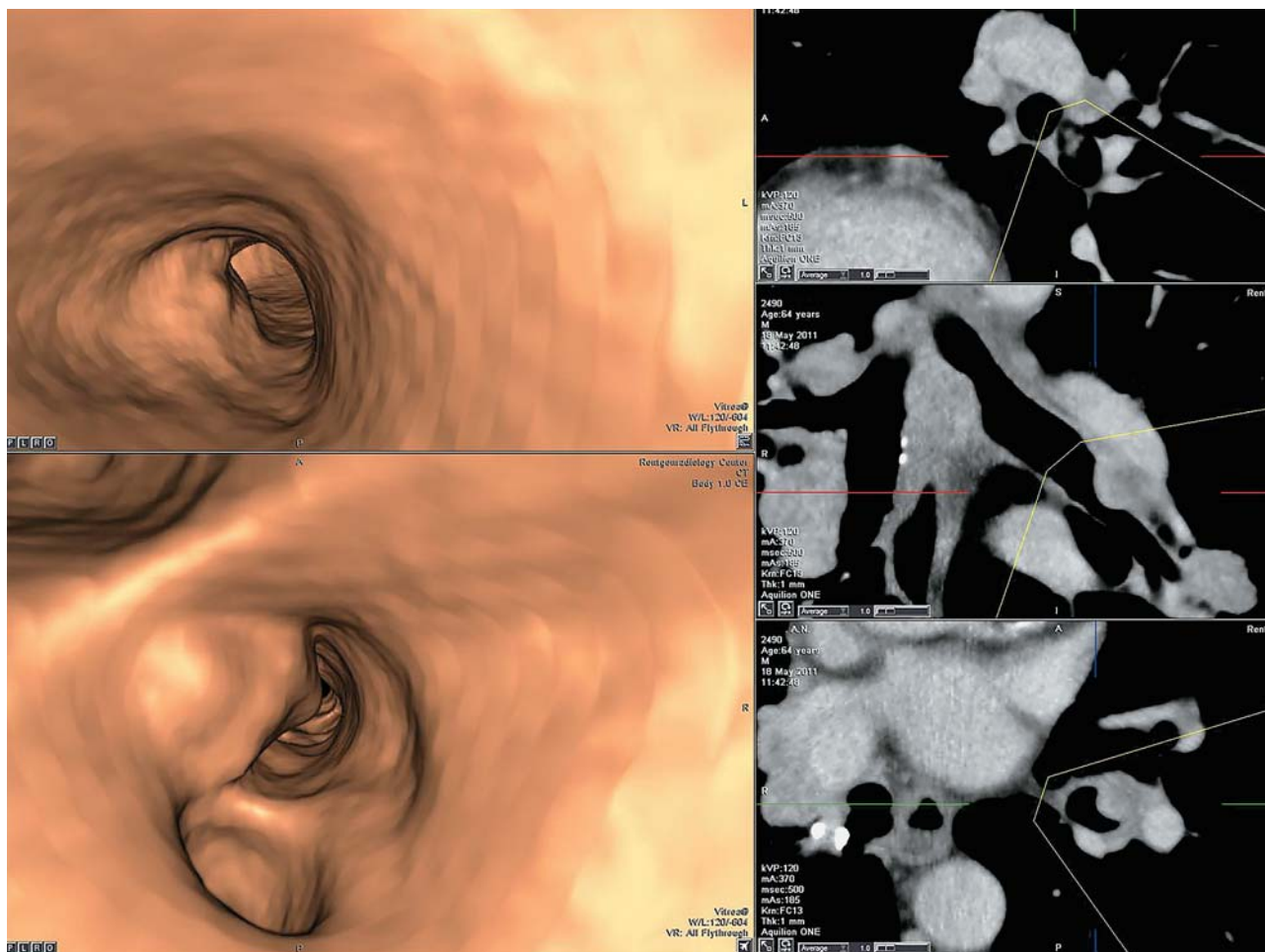
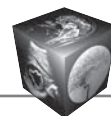


Рис. 9. МСКТ-изображения деформация стенки бронха под внешним воздействием, МСКТ ВБ, в дистальном отделе левого нижнедолевого бронха определяется прилежащий к бронху лимфоузел, деформирующий просвет бронха без деструкции его хрящей. По данным морфологии (ФБС) – в лимфоузле признаки воспалительных изменений.

формацию для планирования радикального лечения. Необходимо активизировать использование метода для расширения МСКТ в распознавании патологии трахеи с учетом наличия аппаратов и рабочих станций в РФ, незначительных временных затрат на получение постпроцессинговых и виртуальных изображений.

Список литературы

1. Злокачественные новообразования России в 2014 г.; Под ред. Каприна А.Д., Старостина В.В., Петровой Г.В. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2016. 250 с.
2. Bauer T.L., Steiner K.V. Virtual bronchoscopy: clinical applications and limitations. *Surg. Oncol. Clin. N. Am.* 2007; 16 (2): 323–328.
3. Terzibaşıoğlu 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.
4. Сдвижков А.М., Юдин А.Л., Кожанов Л.Г. и др. Мульти-спиральная компьютерная томография с трехмерным моделированием в диагностике и лечении онкологических больных. *Вестник Московского онкологического общества.* 2009; 3: 1–4.
5. 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.
6. 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 (URL:http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/flerov_v13.htm)
7. Adamczyk M., Tomaszewski G., Naumczyk P. et al. Usefulness of computed tomography virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchi divisions. *Pol. J. Radiol.* 2013; 78 (1): 30–41.
8. 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; 69 (3): 305–310.



9. Hussein S.R. Role of virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchial lesions: a pictorial essay. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 2013; 42 (2): 33–39.
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: 68–72.
11. Osiri X., Sano A., Tsuchiya T.J. Virtual Bronchoscopy Using Bronchology. *Interv. Pulmonol.* 2014; 21 (2): 113–116.
12. Котляров П.М., Егорова Е.В., Черниченко Н.В. и др. Методика виртуальной бронхоскопии многосрезовой компьютерной томографии (методические рекомендации). М.: Реглет, 2015. 20 с.
13. Aliannejad R. Comment on “Comparison of virtual bronchoscopy to fiber-optic bronchoscopy for assessment of inhalation injury severity”. *Burns.* 2015; 41 (7): 1613–1615.
14. 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.
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. Broncopneumol.* 2015; 51 (7): 355–359.
16. Luo M., Duan C., Qiu J. et al. 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; 10 (9): e0137329.
17. Jugpal T.S., Garg A., Sethi G.R. et al. Multi-detector computed tomography imaging of large airway pathology: A pictorial review. *Wld J. Radiol.* 2015; 7 (12): 459–474.
18. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия мульти-спиральной компьютерной томографии (Мульти-спиральная компьютерная томография в диагностике заболеваний легких и трахеобронхиальной системы). Germany: Palmarium Academic Publishing, 2016. 136 с.
19. Харченко В.П., Гваришвили А.А., Елтышев Н.А. и др. Обследование и лечение больных с первично-множественными злокачественными опухолями органов дыхания. *Вестник РНЦРР Минздрава России.* 2004. http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v3/papers/harch14_v3.htm
5. Kotlyarov P.M., Temirkhanov Z.S., Serbahina E.V. Multiplanar reconstruction and virtual bronchoscopy in the evaluation of the state tracheobronchial system according Multidetector computed tomography. *Luchevaya diagnostika i terapiya.* 2011; 2 (2): 50–55. (In Russian)
6. Kotlyarov P.M. Temirhanov S.Z., Flerov K.E. et al. Virtual bronchoscopy in the diagnosis of lung cancer and its prevalence, monitoring of postoperative changes. *Bulletin RNTSRR.* 2013 (URL:http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/flerov_v13.htm) (In Russian)
7. Adamczyk M., Tomaszewski G., Naumczyk P. et al. Usefulness of computed tomography virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchi divisions. *Pol. J. Radiol.* 2013; 78 (1): 30–41.
8. 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; 69 (3): 305–310.
9. Hussein S.R. Role of virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchial lesions: a pictorial essay. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 2013; 42 (2): 33–39.
10. Kotlyarov P.M., Nudnov N.V., Egorova E.V. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy in bronchiectasis and osteochondroplasty of bronchopathy. *Pulmonologiya.* 2014; 4: 68–72. (In Russian)
11. Osiri X., Sano A., Tsuchiya T.J. Virtual Bronchoscopy Using Bronchology. *Interv. Pulmonol.* 2014; 21 (2): 113–116.
12. Kotlyarov P.M., Egorova E.V., Chernichenko N. V. et al. The technique of virtual bronchoscopy the Multidetector computertomography (guidelines). М.: Реглет, 2015. 20 p. (In Russian)
13. Aliannejad R. Comment on “Comparison of virtual bronchoscopy to fiber-optic bronchoscopy for assessment of inhalation injury severity”. *Burns.* 2015; 41 (7): 1613–1615.
14. 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.
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. Broncopneumol.* 2015; 51 (7): 355–359.
16. Luo M., Duan C., Qiu J. et al. 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; 10 (9): e0137329.
17. Jugpal T.S., Garg A., Sethi G.R. et al. Multi-detector computed tomography imaging of large airway pathology: A pictorial review. *Wld J. Radiol.* 2015; 7 (12): 459–474.
18. Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy multislice computed tomography (multislice computed tomography in the diagnosis of diseases of the lungs and the tracheobronchial system). Germany: Palmarium Academic Publishing, 2016. 136 p. (In Russian)
19. Kharchenko V.P., Gvarishvili A.A., Eltisev N. et al. Examination and treatment of patients with multiple primary malignant tumors of the respiratory system. *Vestnik RNTSRR Ministry of health of Russia.* 2004. http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v3/papers/harch14_v3.htm (In Russian)

References

1. Malignant neoplasms Russia in 2014. Ed. Kaprin A.D., Starostin V.V., Petrova G.V. М.: MSROI branch of SRRCTer of Minzdrav of Russia, 2016. 250 p. (In Russian)
2. Bauer T.L., Steiner K.V. Virtual bronchoscopy: clinical applications and limitations. *Surg. Oncol. Clin. N. Am.* 2007; 16 (2): 323–328.
3. Terzibaşoğlu E., Dursun M., Güven K. et al. The diagnostic efficiency of multislice CT virtual bronchoscopy in detecting endobronchial tumors. *Tuber. Toraks.* 2008; 56 (1): 43–49.
4. Sdvizhkov A.M., Yudin A.L., Kozhanov L.G. et al. Multislice computed tomography with three-dimensional modeling in diagnosing and treating cancer patients. *Vestnik Moscovskogo onkologicheskogo obschestva.* 2009; 3: 1–4. (In Russian)
5. Kotlyarov P.M., Temirkhanov Z.S., Serbahina E.V. Multiplanar reconstruction and virtual bronchoscopy in the evaluation of the state tracheobronchial system according Multidetector computed tomography. *Luchevaya diagnostika i terapiya.* 2011; 2 (2): 50–55. (In Russian)
6. Kotlyarov P.M. Temirhanov S.Z., Flerov K.E. et al. Virtual bronchoscopy in the diagnosis of lung cancer and its prevalence, monitoring of postoperative changes. *Bulletin RNTSRR.* 2013 (URL:http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/flerov_v13.htm) (In Russian)
7. Adamczyk M., Tomaszewski G., Naumczyk P. et al. Usefulness of computed tomography virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchi divisions. *Pol. J. Radiol.* 2013; 78 (1): 30–41.
8. 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; 69 (3): 305–310.
9. Hussein S.R. Role of virtual bronchoscopy in the evaluation of bronchial lesions: a pictorial essay. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 2013; 42 (2): 33–39.
10. Kotlyarov P.M., Nudnov N.V., Egorova E.V. Multidetector computed tomography virtual bronchoscopy in bronchiectasis and osteochondroplasty of bronchopathy. *Pulmonologiya.* 2014; 4: 68–72. (In Russian)
11. Osiri X., Sano A., Tsuchiya T.J. Virtual Bronchoscopy Using Bronchology. *Interv. Pulmonol.* 2014; 21 (2): 113–116.
12. Kotlyarov P.M., Egorova E.V., Chernichenko N. V. et al. The technique of virtual bronchoscopy the Multidetector computertomography (guidelines). М.: Реглет, 2015. 20 p. (In Russian)
13. Aliannejad R. Comment on “Comparison of virtual bronchoscopy to fiber-optic bronchoscopy for assessment of inhalation injury severity”. *Burns.* 2015; 41 (7): 1613–1615.
14. 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.
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. Broncopneumol.* 2015; 51 (7): 355–359.
16. Luo M., Duan C., Qiu J. et al. 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; 10 (9): e0137329.
17. Jugpal T.S., Garg A., Sethi G.R. et al. Multi-detector computed tomography imaging of large airway pathology: A pictorial review. *Wld J. Radiol.* 2015; 7 (12): 459–474.
18. Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy multislice computed tomography (multislice computed tomography in the diagnosis of diseases of the lungs and the tracheobronchial system). Germany: Palmarium Academic Publishing, 2016. 136 p. (In Russian)
19. Kharchenko V.P., Gvarishvili A.A., Eltisev N. et al. Examination and treatment of patients with multiple primary malignant tumors of the respiratory system. *Vestnik RNTSRR Ministry of health of Russia.* 2004. http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v3/papers/harch14_v3.htm (In Russian)