

М.А. Карнаушкина*¹, А.Д. Струтынская²,
С.Л. Бабак³, М.В. Горбунова³

¹— Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», кафедра внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики имени академика В.С. Моисеева, Москва, Россия

²— Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская Медицинская Академия непрерывного профессионального образования», Москва, Россия

³— Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова», Москва, Россия

КТ-ПРИЗНАКИ ИНФЕКЦИОННОГО БРОНХИОЛИТА. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КЛИНИЦИСТА

М.А. Karnaushkina*¹, A.D. Strutynskaya², S.L. Babak³, M.V. Gorbunova³

¹— Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peoples' Friendship University of Russia» (RUDN University), Department of Internal Medicine with a course of cardiology and functional diagnostics named after academician V.S. Moiseev, Moscow, Russia

²— Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

³— Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia

Characteristics Radiologic Signs of Infectious Bronchiolitis. A Practical Approach for the General Doctors

Резюме

Термин «бронхиолит» объединяет гетерогенную группу заболеваний воспалительной природы, анатомическим субстратом которых являются воздухопроводящие пути без хрящевой стенки — бронхиолы. Несмотря на этиологическое разнообразие бронхиолитов, патоморфологически они проявляются определенным набором изменений в легочной ткани. Это определяет сходство визуализации различных типов бронхиолитов при проведении компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ). Залогом успешной диагностики бронхиолита является четкое понимание определения данной патологии и комплексный анализ врачом-клиницистом анамнестических, клинико-лабораторных и рентгенологических данных. В данной статье рассматриваются три типа клеточного бронхиолита, которые объединены визуализацией паттерна «дерево в почках» при проведении КТ органов клетки: инфекционный, аспирационный бронхиолиты и диффузный панбронхиолит.

Ключевые слова: компьютерная томография, инфекционный бронхиолит, аспирационный бронхиолит, центрилобулярные узелки, «дерево в почках»

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования

Статья получена 31.01.2021 г.

Принята к публикации 09.02.2021 г.

Для цитирования: Карнаушкина М.А., Струтынская А.Д., Бабак С.Л. и др. КТ-ПРИЗНАКИ ИНФЕКЦИОННОГО БРОНХИОЛИТА. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КЛИНИЦИСТА. Архивъ внутренней медицины. 2021; 11(2): 85-93. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-2-85-93

Abstract

The «bronchiolitis» unites a heterogeneous group of diseases of inflammatory nature, the anatomical substrate of which are Airways without cartilage wall-bronchioles. Despite the etiological diversity of bronchiolitis, pathomorphological they manifest a certain set of changes in the lung tissue. This determines the similarity of visualization of different types of bronchiolitis during computed tomography of the chest. The key to successful diagnosis of bronchiolitis is a clear understanding of the definition of this pathology and a comprehensive analysis by a Clinician of anamnestic, clinical,

*Контакты: Мария Александровна Карнаушкина, e-mail: kar3745@yandex.ru

* Contacts: Maria A. Karnaushkina, e-mail: kar3745@yandex.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8791-2920>

laboratory and radiological data. In this article, we will consider three types of cellular bronchiolitis, which are combined by imaging on computed tomography of the chest pattern «tree in the kidneys»: infectious, aspiration bronchiolitis and diffuse panbronchiolitis.

Key words: *computed tomography, infectious bronchiolitis, aspiration bronchiolitis, centrilobular micronodules, tree-in-bud opacities*

Conflict of interests

The authors declare that this study, its theme, subject and content do not affect competing interests

Sources of funding

The authors declare no funding for this study

Article received on 31.01.2021

Accepted for publication on 09.02.2021

For citation: Karnaukhina M.A., Strutynskaya A.D., Babak S.L. et al. Characteristics Radiologic Signs of Infectious Bronchiolitis. A Practical Approach for the General Doctors. The Russian Archives of Internal Medicine. 2021; 11(2): 85-93. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-2-85-93

Введение

Термин «бронхиолит» объединяет гетерогенную группу заболеваний воспалительной природы, анатомическим субстратом которых являются воздухопроводящие пути без хрящевой стенки диаметром менее 2 мм — бронхиолы [1, 2].

Несмотря на этиологическое разнообразие бронхиолитов, патоморфологически они проявляются определенным набором изменений в легочной ткани. Это определяет сходство визуализации различных типов бронхиолитов при проведении компьютерной томографии (КТ).

Для постановки диагноза и эффективного дифференциально-диагностического поиска важно унифицированное использование данного термина клиницистами, рентгенологами и патологами. Например, гиперчувствительный пневмонит, который морфологически и патофизиологически является бронхиолитом, не всегда расценивается как бронхиолит пульмонологами и терапевтами.

Говоря о клинике бронхиолита, данный диагноз бывает не просто заподозрить при первичном обращении пациента с жалобами на кашель и одышку. Эти признаки неспецифичны и встречаются при широком спектре как заболеваний легких, так и внелегочных патологий (например, при коллагенозах и других аутоиммунных заболеваниях) [3, 4]. Использование КТ органов грудной клетки (ОГК), как наиболее доступного метода косвенной оценки морфологических изменений легочной паренхимы, является важным шагом в постановке правильного диагноза.

Таким образом, залогом успешной диагностики бронхиолита является четкое понимание определения данной патологии и комплексный анализ врачом-клиницистом анамнестических, клинико-лабораторных и рентгенологических данных.

Классификация бронхиолитов

Различные классификации бронхиолитов, представленные в литературе, базируются на этиологических, морфологических, клинических или радиологических критериях. Наиболее рациональным и часто используемым является деление бронхиолита по гистологическим характеристикам. Это дает возможность

разделить все заболевания малых дыхательных путей на строго определенные группы, для каждой из которых можно выделить свой набор морфологических и рентгенологических признаков, очертить спектр этиологических факторов и клинических симптомов. Такая стратегия позволяет создать модель диагностического поиска [2, 4].

Согласно гистологической классификации, бронхиолиты подразделяют на клеточные (пролиферативные) и констриктивные (облитерирующие).

Клеточный (воспалительный или пролиферативный) бронхиолит характеризуется скоплением в стенке бронхиол воспалительных клеток и заполнением их просвета слизью или экссудатом [2, 4]. К клеточным бронхиолитам относятся инфекционный, респираторный, аспирационный и фолликулярный бронхиолиты, гиперчувствительный пневмонит и диффузный панбронхиолит.

Констриктивный (облитерирующий) бронхиолит — результат нарушения процессов регенерации эпителия и подслизистой бронхиол на фоне хронического патологического процесса. Следствием этого является развитие фиброза и сужение просвета малых дыхательных путей [3, 4]. Облитерирующий бронхиолит может быть самостоятельным заболеванием (идиопатический констриктивный бронхиолит) или возникнуть при других патологических состояниях (при аутоиммунных заболеваниях, как проявление хронического отторжения после трансплантации, вследствие некоторых вирусных инфекций, чаще всего перенесенных в детском возрасте) (табл.1) [5].

Компьютерная томография

Возможности рентгенографии для визуализации структуры мелких дыхательных путей весьма ограничены. Это связано как с разрешающей способностью рентгенографии, так и с суммарным эффектом, не позволяющим отчетливо дифференцировать те структуры, которые вовлекаются в патологический процесс при бронхиолите. Иногда на рентгенограммах можно увидеть локальное повышение прозрачности легочной ткани при выраженном обструктивном компоненте заболевания, усиление легочного рисунка за счет интерстициального компонента, появление его сетчатости [2, 6].

Таблица 1. Классификация бронхиолита [4]
Table 1. Classification of bronchiolitis

Основные патологические типы/ Pathologic types	Клинические и морфологические типы/ Clinical and morphologic types	Причины/ Causes
Клеточный бронхиолит/ Cellular bronchiolitis	Инфекционный бронхиолит Infectious bronchiolitis	Бактерии, микоплазмы, грибы, вирусы Bacterial, mycobacterial, fungal, and viral
	Аспирационный бронхиолит Aspiration bronchiolitis	Хроническая аспирация Aspiration
	Респираторный бронхиолит Respiratory bronchiolitis	Курение Smoking
	Гиперчувствительный пневмонит Hypersensitivity pneumonitis	Аллергия Allergic
	Фолликулярный бронхиолит Follicular bronchiolitis	Аутоиммунные процессы Autoimmunity states
	Панбронхиолит Panbronchiolitis	Не известна Unknown
Констриктивный бронхиолит Constrictive bronchiolitis	Констриктивный бронхиолит Constrictive bronchiolitis	Идиопатический Посттрансплантационный Аутоиммунный Idiopathic Posttransplantation Autoimmunity

КТ является методом выбора для подтверждения наличия у пациента бронхиолита, поскольку разрешающей способности хватает для оценки состояния структур вторичной дольки, что играет ключевую роль в постановке диагноза. Вторичная долька — это минимальная структурная единица легкого, окруженная соединительной тканью, границы которой могут быть визуализированы на КТ (рис. 1). Терминальная бронхиола проходит в центре вторичной дольки (в аксиальном интерстиции), распадаясь дистальнее на респираторные бронхиолы и еще более мелкие воздухопроводящие пути. Именно структуры, расположенные дистальнее терминальных бронхиол, в первую очередь вовлекаются в патологический процесс при бронхиолите.

На КТ патологически измененные бронхиолы в зависимости от среза отображаются по-разному. Они могут выглядеть как центрилобулярные (внутридольковые)

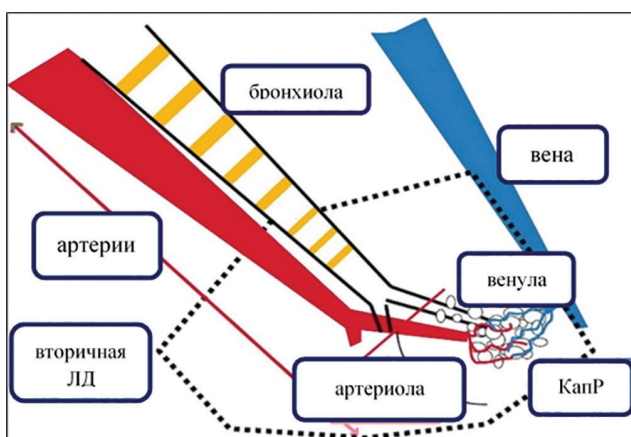


Рисунок 1. Схематическое строение вторичной легочной дольки (по J.A. Verschakelenetal) [6]

Примечания: ЛД — легочная долька; КапР — капиллярное русло

Figure 1. Diagram of the structure of the secondary pulmonary lobule

Notes: LD-pulmonary lobule; CapR-capillaries

узелки — при расположении бронхиолы перпендикулярно плоскости сканирования, или как центрилобулярные ветвящиеся Y-структуры с мелкими узелками на концах — при параллельном ходе бронхиолы, что внешне похоже на веточку цветущего дерева. За такое сходство этот паттерн получил образное название «дерева в почках» [1, 4].

Поскольку внутридольковые узелки, исходя из названия, расположены в центре вторичной дольки, они отсутствуют в легочной паренхиме на границе с плеврой (включая плевральные щели), что является важным дифференциальным признаком [4, 6-8]. Центрилобулярные узелки могут быть вариабельны по размерам и плотности: от микроузелков (размерами до 3 мм, по классификации сообщества Fleischner, [1]) до узелков до 1 см в диаметре; от узелков плотности «матового стекла» до очагов консолидации [9, 10].

Наличие таких центрилобулярных узелков, утолщение стенок бронхиол, заполнение их просвета экссудатом или слизью, формирование бронхиолоэктазов и «воздушных ловушек» характерно для клеточного бронхиолита (рис. 2). Последние возникают вследствие сужения просвета малых воздухопроводящих путей [10].

Однако центрилобулярные узелки могут возникать и при перибронхиальном воспалении вследствие повышения плотности легочной ткани в центре вторичной дольки. В этом случае ни на одном из срезов не будет «дерева в почках». Такую картину можно наблюдать при констриктивном бронхиолите, рентгенологическая картина которого определяется необратимыми фиброзными изменениями и концентрическим сужением бронхиол [9, 11, 12].

В таблице 2 представлена дифференциальная диагностика трех типов клеточного бронхиолита, которые объединены визуализацией паттерна «дерево в почках». При проведении КТ органов клетки: инфекционный и аспирационный бронхиолиты, диффузный панбронхиолит (табл. 2).

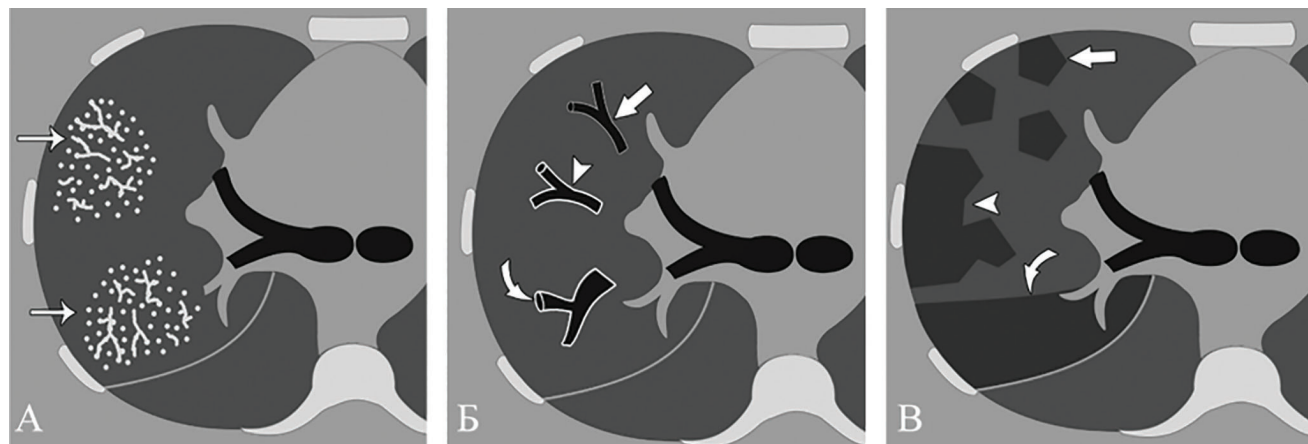


Рисунок 2. Схематическое изображение основных КТ-паттернов при клеточных бронхиолитах [2].

- А. Центрилобулярные узелки в сочетании с Y-структурами — паттерн «дерево в почках». Обращает внимание типичное распространение внутрилобульных узелков, субплевральные зоны свободны
 Б. Различные варианты визуализации бронхов: неизмененный бронх (стрелка), бронх с утолщенной и уплотненной стенкой (головка стрелки), бронхоэктазия с отсутствием нормального сужения бронха по направлению к периферии (изогнутая стрелка)
 В. Мозаичная плотность легочной ткани: неравномерная вентиляция паренхимы легких вследствие сужения просвета отдельных бронхиол

Figure 2. Diagram of the main CT patterns in cellular bronchiolitis [2]

- A. Centrilobular nodules combined with Y-structures — the «tree-in-bud» pattern. Note the typical feature of centrilobular nodules — that subpleural zones are free.
 B. Different patterns of visualization of the bronchi: normal bronchus (arrow), bronchus with a thickened wall (arrow head), bronchiectasia with the absence of normal bronchial narrowing towards the periphery (curved arrow)
 C. Mosaic attenuation: uneven ventilation of the lung parenchyma due to narrowing of the of bronchioles

Таблица 2. Дифференциальная диагностика клеточных бронхиолитов (по A.V. Bernikeretal) [9]

Table 2. Systematic approach to the diagnosis of bronchiolitis

Тип бронхиолита Types of bronchiolitis	КТ-признаки CT signs	Клинические особенности Clinical features
Аспирационный Aspiration bronchiolitis	«Дерево в почках» Часто локальный, фокальным или мультифокальным При хронизации — бронхо- и бронхиолоэктазы, фиброз Tree-in-bud, progresses to bronchiectasis and fibrosis	Предрасположенность к развитию аспирации Risk of aspiration
Инфекционный Infectious bronchiolitis	«Дерево в почках» Асимметричный Фокальный или мультифокальный При наличии кавитаций и бронхоэктазов исключить микобактериоз Tree-in-bud opacities, bronchiectasis and bronchial wall thickening	Неспецифические признаки ОРЗ + сухой кашель + одышка Non-specific signs of ARI: dry cough + shortness of breath
Гиперчувствительный пневмонит Hypersensitivity pneumonitis	Чаще — диффузные, симметричные центрилобулярные узелки плотности матового стекла ± «воздушные ловушки» ± мозаичное ослабление плотности легочной ткани Diffuse ground-glass centrilobular micronodules with superimposed mosaic attenuation, air trapping	В анамнезе — возможный контакт с аллергеном ± симптомы интоксикации, бронхообструктивный синдром Allergic +temperature ± bronchial obstruction
Респираторный Respiratory bronchiolitis	Билатеральные диффузные узелки, с преобладанием в верхних долях Diffuse nodules, predominantly in the upper lobes	Статус «курильщика» Smoking
Фолликулярный Follicular bronchiolitis	Билатеральные узелки диффузные или, реже, фокальные (с перибронхиальным распределением) Часто сочетается с другими легочными проявлениями коллагенозов Centrilobular nodules, which may have solid or ground-glass attenuation	Развивается на фоне аутоиммунных заболеваний (ревматоидный артрит, синдром Шегрена) Can be seen in the setting of autoimmune disease (rheumatoid arthritis and Sjögren syndrome)
Диффузный панбронхиолит Panbronchiolitis	«Дерево в почках» Центрилобулярные узелки Утолщение стенки бронхиол Прогрессирование с с формированием бронхоэктазов, кист, булл, «воздушных ловушек» Centrilobular nodules, tree-in-bud opacities, bronchiolectasis, and mosaic attenuation and/or air trapping that characteristically involve all pulmonary lobes	Хронический синусит ± кашель, одышка Частое высевание <i>P. aeruginosa</i> , <i>H. influenzae</i> из мокроты There is an association with chronic sinusitis and <i>P. aeruginosa</i> , <i>H. influenzae</i>

Примечание: ОРЗ — острое респираторное заболевание
 Note: ARI — acute respiratory disease

С целью лучшей визуализации бронхов и сосудов, и разграничения очагов различной этиологии применяются такие методы постпроцессионной обработки данных компьютерной томографии, как реконструкция в режимах максимальной (MIP) и минимальной интенсивности (MinIP) [13].

Инфекционный бронхиолит

Острый инфекционный бронхиолит наиболее распространен среди детей первых лет жизни и чаще всего вызывается респираторным синцитиальным вирусом [5]. Однако инфекционный бронхиолит может быть проявлением респираторной вирусной инфекции и у взрослых, развиваясь при инфицировании различными вирусами (респираторным синцитиальным, вирусами гриппа, парагриппа, аденовирусом), бактериальной инфекции (например, *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *M. pneumoniae*), и заражении микоплазмами или хламидиями [12, 14].

Обычно инфекционный бронхиолит у детей манифестирует с невысокой лихорадки, ринита и незначительного сухого кашля, прогрессируя с течением заболевания до тахипноэ, появлением рассеянных сухих и мелкопузырчатых хрипов, инспираторной крепитации [5]. Важно помнить, что перенесенный в первые 2 года жизни тяжелый аденовирусный бронхиолит и, в редких случаях, бронхиолит, вызванный *M. pneumoniae*, может стать причиной серьезных осложнений, таких как констриктивный бронхиолит, локализованная или двухсторонняя панлобулярная эмфизема, лобулярная гипоплазия, в том числе, в структуре синдрома Суайра-Джеймса-Маклеода (Swyer-James-MacLeod syndrome) могут сформироваться бронхо- и бронхиолоэктазы [16].

Для взрослых характерна более стертая клиническая картина. Вначале заболевание проявляется симптомами острой респираторной инфекции, позже присоединяются жалобы на одышку и сухой, часто приступообразный кашель. Для аускультативной картины характерно ослабленное везикулярное дыхание с сухими хрипами на выдохе и инспираторная крепитация [3].

Помимо вышеперечисленных возбудителей бронхиолит может являться признаком бронхогенного распространения туберкулеза. При разрушении микобактерий выделяются оксигенированные миколовые кислоты, которые индуцируют накопление в макрофагах липидов [17]. Кроме того, *M. tuberculosis* ингибирует синтез сурфактанта [18]. Оба этих патологических воздействия приводят к закупорке бронхоиол вязким секретом. Такое состояние неизбежно приведет к развитию воспаления вокруг подобных мелких скоплений. Воспалительной реакции также будет способствовать постепенное накопление микобактериальных антигенов в закупоренных альвеолах. Именно этот локальный воспалительный процесс обуславливает КТ-картину бронхиолита, в том числе, паттерна «дерево в почках» [19]. Дальнейшее прогрессирование обусловлено распространением микобактерий и воспаления по путям коллатеральной вентиляции — порам Кона и каналам Ламберта. Зачастую

данный бронхиолит прогрессирует в казеозную пневмонию с последующим формированием каверн. При этом патоморфологами отмечено, что формирование полостей начинается так же центрилобулярно, то есть из места первичной локализации *M. Tuberculosis* [19].

Хронический бронхиолит

Хронический инфекционный бронхиолит — термин, используемый чаще патоморфологами при описании изменений малых дыхательных путей на микроскопическом уровне. Определенных клинических критериев для постановки данного диагноза нет. Хроническое воспаление малых дыхательных путей часто имеет микобактериальную природу (туберкулез или нетуберкулезный микобактериоз), но может вызываться *Paeruginosa* или иметь грибковую этиологию, например, при инвазивном аспергиллезе. В подобных случаях заболевание обычно имеет стертую клиническую картину, преобладающим симптомом которой является одышка различной выраженности, иногда сочетающаяся с кашлем. При проведении спирометрии чаще всего выявляются изменения по обструктивному типу [20].

КТ-картина инфекционного бронхиолита не дает возможности судить о его этиологии. Воспаление малых дыхательных путей приводит к заполнению патологическим секретом бронхоиол и, следовательно, к появлению центрилобулярных узелков различной плотности, паттерна «дерево в почках», утолщению стенок бронхов. Распространенность патологических изменений может быть различной, чаще асимметричной, и включает одну или несколько легочных долей (рис. 3).

Бронхиолит микобактериальной этиологии (туберкулезной и не туберкулезной) бывает сложно дифференцировать от заболевания, вызванного другим возбудителем. На правильный диагностический путь может натолкнуть наличие других изменений — участка консолидации (часто в верхней доле легкого), иногда сочетающегося с полостью распада, бронхо- и бронхиолоэктазами при длительном течении воспалительного процесса, кальцинированными внутривидными лимфатическими узлами [2]. При этом стоит учитывать, что признаки бронхиолита могут визуализироваться в отдаленных от участка консолидации областях легких, преобладавая в нижних долях [21].

При хроническом инфекционном бронхиолите, помимо непосредственных признаков воспаления малых дыхательных путей, можно обнаружить симптомы длительно текущего воспалительного процесса в легких: бронхо- и бронхиолоэктазы, участки фиброза, фиброателектазы (рис. 4, 5) [2, 7, 13, 14].

Аспирационный бронхиолит

Аспирационный бронхиолит является одним из проявлений поражения легочной ткани при аспирации. Несмотря на достаточную распространенность, данный тип бронхиолита редко диагностируется из-за неспецифичности клинических признаков. По течению

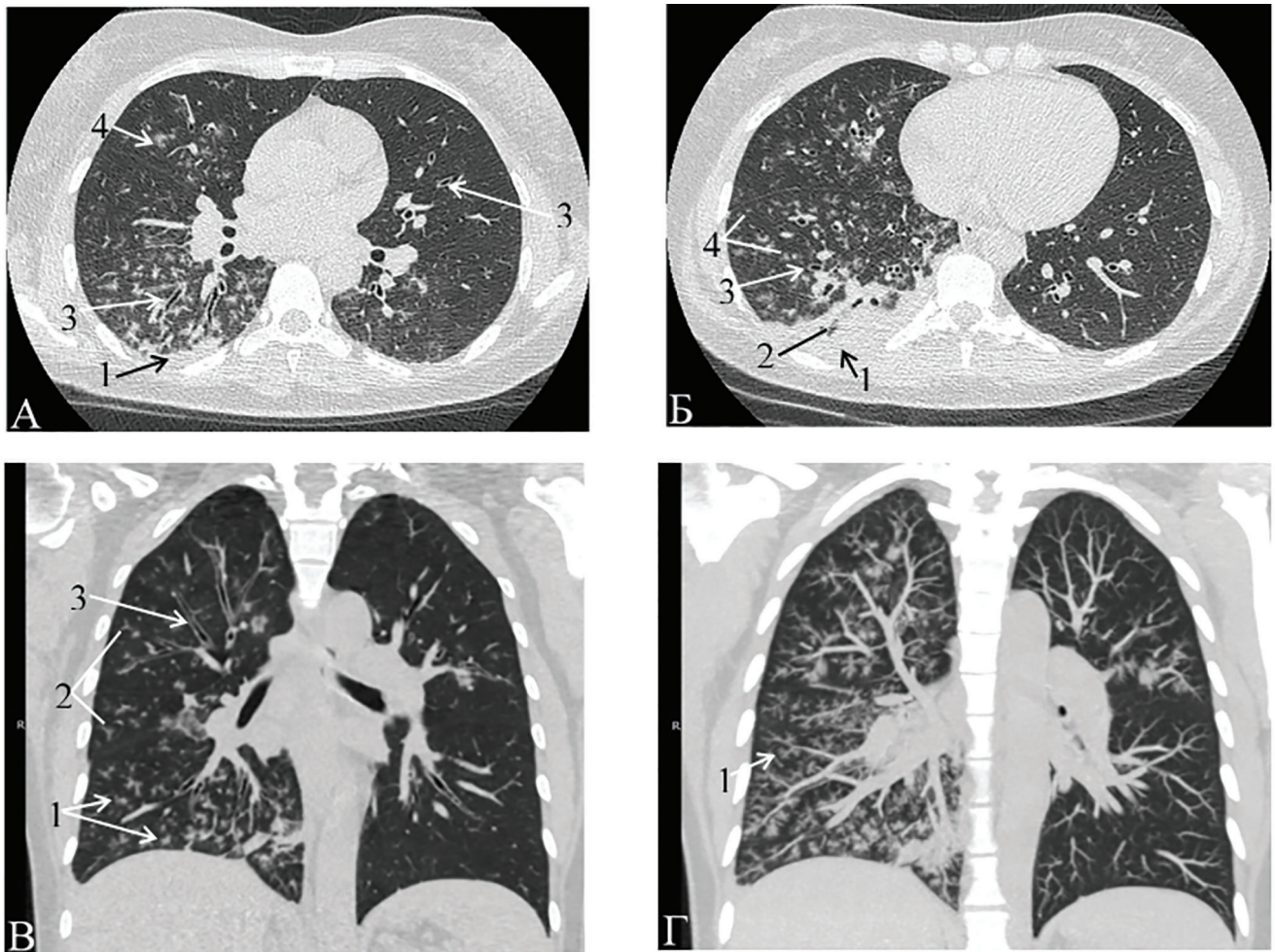


Рисунок 3. Результаты КТ женщины 43 лет с внебольничной правосторонней полисегментарной пневмонией средней степени тяжести

А, Б. Участок консолидации в S6,9,10 правого легкого (1) с сохраняющейся воздушной бронхограммой (2). Стенки бронхов обоих легких утолщены, уплотнены (3). В обоих легких — центрилобулярные узелки плотности матового стекла с нечеткими контурами (4)

В. Реконструкция в коронарной плоскости. Определяются множественные центрилобулярные узелки плотности матового стекла (1), больше в правом легком, паттерн «дерево в почках» (2). Стенки бронхов уплотнены, утолщены (3)

Г. Реконструкция в режиме проекции максимальных интенсивностей (MIP) позволяет лучше визуализировать уплотненные и заполненные экссудатом малые дыхательные пути (1), больше справа

Figure 3. 43-year-old women with community-acquired right-sided polysegmental pneumonia of moderate severity

A, B. Area of consolidation in S6,9,10 of the right lung (1) with a air bronchogram (2). The walls of the bronchi of both lungs are thickened, hardened (3). In both lungs there are centrilobular nodules of ground-glass (4)

C. Reconstruction in the coronary plane. There are multiple centrilobular nodules of ground-glass (1), more in the right lung, a «tree-in-bud» pattern (2). The walls of the bronchi are thickened (3)

D. Maximum Intensity Projection (MIP) reconstruction allows for better visualization of compressed and exudated small airways (1), more on the right

аспирационный бронхиолит, также как инфекционный, может быть острым или, при постоянных микроаспирациях, хроническим. Гистологически аспирационный бронхиолит представляет собой асептическое воспаление бронхиол и перибронхиолярной ткани, с формированием гранулем с часто обнаруживаемым аспирированным материалом [15, 16].

Вероятность аспирации повышается у лежачих пациентов, а также при наличии дисфагии [16]. Соответственно, при тяжелых состояниях больных необходимо проявлять настороженность в отношении возможности развития аспирационного бронхиолита: при неврологических заболеваниях (инсульте, черепно-мозговой травме, рассеянном склерозе), раке гортани, заболеваниях пищевода (опухоли, ахалазии, эзофагите с формированием стриктур, дивертикуле пищевода, трахеопищеводном свище и большой диафрагмальной грыже) [15, 16].

Обычно аспирационный бронхиолит манифестирует длительно продолжающимся кашлем с отхождением прозрачной мокроты, бронхоспазмом и одышкой. Зачастую данные симптомы расцениваются как течение бронхиальной астмы или хронической обструктивной болезни легких, рефрактерных к терапии стероидами и бронходилататорами. Поэтому диагноз ставится только на этапе хронизации патологического процесса в легких, когда формируются бронхоэктазы и фиброзные изменения в легочной ткани, развивается дыхательная недостаточность [13].

На КТ изменения часто преобладают с нижних долей легких и представлены паттерном «дерево в почках» и центрилобулярными узелками различной плотности. Возможно как одностороннее распространение изменений (чаще правостороннее за счет более вертикального хода правого нижнедолевого бронха),

так и билатеральное поражение (рис. 6). Сопутствующие внелегочные находки, такие как заболевания пищевода, наличие объемного образования в области шеи или средостения, существенно облегчают дифференциальный

поиск. Это подчеркивает необходимость тщательного анализа врачом лучевой диагностики не только зоны интереса, но и всех анатомических структур, попавших в область сканирования [15, 16].

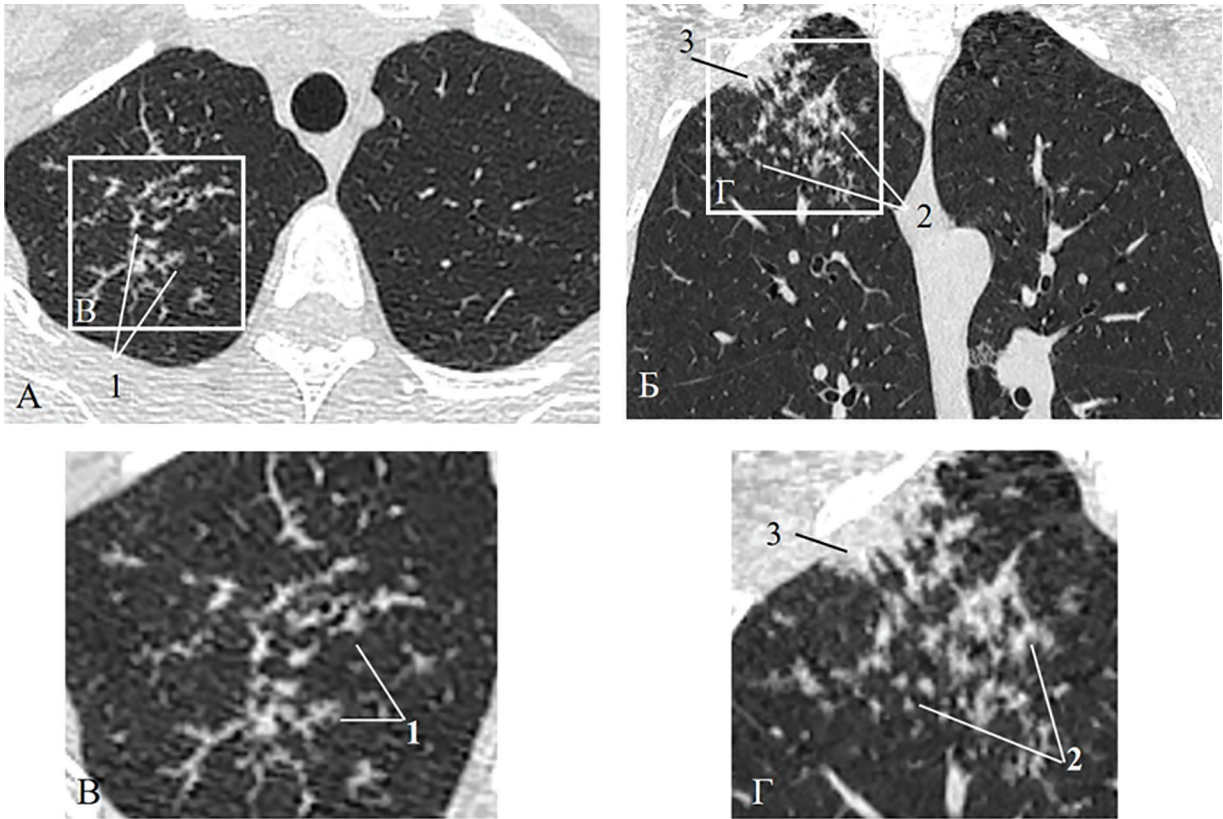


Рисунок 4. Результаты КТ женщины 32 лет с туберкулезом легких (МБТ+)

В S 1,2 правого легкого — паттерн «дерево в почках» (1) и мелкие центрилобулярные узелки (2), в некоторых местах с тенденцией к слипанию. Субплеврально в S1 правого легкого локализуется небольшой участок консолидации (3)

Figure 4. 32-year-old woman with pulmonary tuberculosis (MBT +)

In S1,2 of the right lung, there is a tree-in-bud pattern (1) and small centrilobular nodules (2). Subpleurally, a small area of consolidation is localized in S1 of the right lung (3)

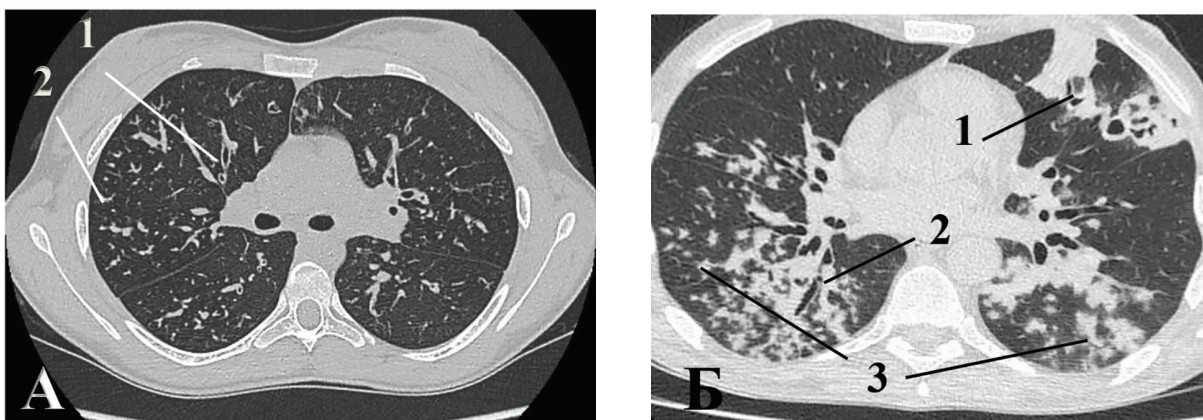


Рисунок 5. КТ-картина хронического инфекционного бронхиолита

А. МСКТ Девушки 17 лет с легочно-кишечной формой муковисцидоза (гомозигота по delta F-508). В обоих легких стенки бронхов уплотнены, утолщены, визуализируются цилиндрические бронхоэктазы (1). Диффузно в обоих легких представлен паттерн «дерево в почках» (2), сочетающийся с центрилобулярными узелками.
Б. МСКТ мужчины 58 лет с туберкулезом легких (МБТ+). В обоих легких визуализируются сливные участки консолидации с расширенными деформированными просветами бронхов (1) в их структуре. На остальном протяжении бронхиальное дерево также деформировано по типу цилиндрических бронхоэктазов (2). Преимущественно в нижних долях легких — множественные мелкие центрилобулярные узелки с тенденцией к слипанию (3)

Figure 5. CT picture of chronic infectious bronchiolitis

A. 17-year-old girl with pulmonary-intestinal cystic fibrosis (homozygous for delta F-508). In both lungs, the walls of the bronchi are compacted, thickened, and cylindrical bronchiectasis are visualized (1). Diffusely in both lungs there is a «tree in the kidney» pattern (2), combined with centrilobular nodules
B. 58-year-old man with pulmonary tuberculosis (MBT +). In both lungs, areas of consolidation with expanded deformed lumens of the bronchi (1) in their structure are visualized. For the rest of the length, the bronchial tree is also deformed like cylindrical bronchiectasis (2). Mainly in the lower lobes of the lungs — multiple small centrilobular nodules (3)

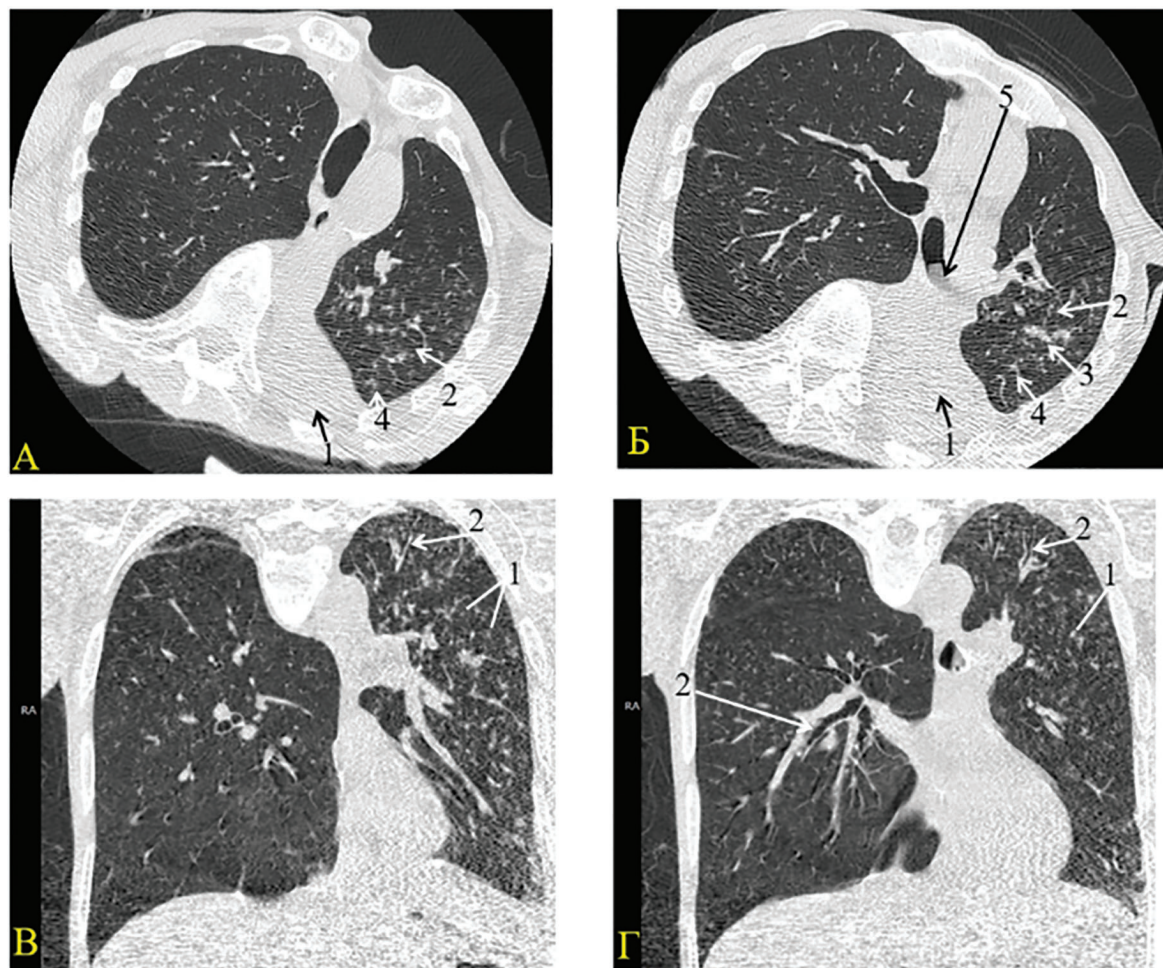


Рисунок 6. Результаты КТ женщины 59 лет с аспирационным бронхиолитом. У пациентки левосторонняя спастическая гемиплегия, псевдобульбарный синдром, симптоматическая эпилепсия в результате перенесенного ишемического инсульта. Исследование выполнено без задержки дыхания

А, Б. В S6 левого легкого очаг консолидации (1). Определяются центрилобулярные узелки плотности матового стекла (2), с тенденцией к слиянию (3), больше слева, паттерн «дерево в почках» (4). Просвет левого главного бронха заполнен патологическим содержимым (5)

В, Г. Реконструкция в коронарной плоскости. Определяется уменьшение в объеме нижней доли левого легкого. В обоих легких, больше слева, визуализируются центрилобулярные узелки плотности матового стекла (1). Стенки бронхов уплотнены, утолщены (2)

Figure 6. CT of a 59-year-old women with aspiration bronchiolitis. The patient has left-sided spastic hemiplegia, pseudobulbar syndrome, symptomatic epilepsy as a result of an ischemic stroke

А, Б. In S6 of the left lung, the focus of consolidation (1). There are centrilobular nodules of ground-glass (2), with a tendency to merge (3), more on the left, a «tree-in-bud» pattern (4). The lumen of the left main bronchus is filled with pathological contents (5).

С, D. Reconstruction in the coronary plane. Determined a decrease in the volume of the lower lobe of the left lung. In both lungs, more on the left, centrilobular nodules of ground-glass are visualized (1). The walls of the bronchi are thickened and thickened (2)

Диффузный панбронхиолит

Диффузный панбронхиолит встречается значительно реже остальных форм клеточного бронхиолита. Его первые («классические») случаи были описаны у жителей азиатских стран. Но на сегодняшний день диффузный панбронхиолит получил распространение и в других регионах. Диффузный панбронхиолит представляет собой неуклонно прогрессирующий патологический процесс в верхних и нижних дыхательных путях криптогенной этиологии. По-видимому, существует генетическая предрасположенность к данному заболеванию [2].

При морфологическом исследовании выявляется перибронхиолярная инфильтрация воспалительными клетками с гиперплазией бронхоальвеолярной лимфоидной ткани и скопление пенистых макрофагов

в интерстиции и альвеолярных пространствах [2, 9]. Единственными клиническими признаками развития диффузного панбронхиолита является наличие у пациентов хронического синусита, кашля и постепенное нарастание одышки с развитием обструктивных нарушений.

Ранние КТ-признаки включают распространенные центрилобулярные узелки и «дерево в почках» с преобладанием в нижних долях легких. С течением заболевания к этим признакам присоединяются бронхо- и бронхиолоэктазы, образуются воздушные ловушки, воздушные кисты с формированием мозаичного ослабления плотности легочной ткани. Стоит отметить, что для данной группы пациентов свойственно инфицирование *P. aeruginosa* с определением на КТ паттерна организирующейся пневмонии [2, 9].

Заключение

На примере трех типов клеточного бронхоиолита, проявляющихся сходными паттернами на КТ, была показана важность мультидисциплинарного подхода к постановке диагноза и необходимость анализа клинико-anamnestических данных и результатов инструментального обследования в совокупности.

Не стоит забывать, что у взрослых пациентов бронхоиолит часто развивается на фоне коморбидной легочной патологии. Поэтому при анализе результатов необходимо тщательно изучать все структуры, доступные визуализации, используя такие методы постпроцессинговой обработки изображений как режимы максимальной и минимальной интенсивности. При выявлении изменений, не укладывающихся в картину бронхоиолита, необходимо задуматься о наличии у пациента сопутствующего заболевания, в том числе и внелегочной этиологии, и провести диагностический поиск в данном направлении.

Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией

М.А. Карнаушкина (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8791-2920>): генерация идеи и написание текста статьи

А.Д. Струтынская (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9325-5580>): выполнение работы по подбору, интерпретации и описанию иллюстративного материала, подбор и проведение анализа опубликованной литературы по теме статьи

С.Л. Бабак (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6571-1220>): разработка дизайна статьи

М.В. Горбунова (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9325-5580>): подготовка финальной версии статьи

Author Contribution:

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

M.A. Karnaushkina (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8791-2920>): generating an idea and writing an article text

A.D. Strutyanskaya (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9325-5580>): performing work on the selection, interpretation and description of illustrative material, selection and analysis of published literature on the topic of the article

S.L. Babak (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6571-1220>): article design development

M.V. Gorbunova (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9325-5580>): preparation of the final version of the article

Список литературы/ References:

- Hansell D.M., Bankier A.A., MacMahon H. et al. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging *Radiology*. 2008; 246(3): 697-722. doi: 10.1148/radiol.2462070712.
- Peter J. Winningham, Santiago Martínez-Jiménez, Melissa L. Rosado-de-Christenson et al. Bronchiolitis: A Practical Approach for the General Radiologist. *RadioGraphics*. 2017; 37(3): 1-18. doi: 10.1148/rg.2017160131.
- Devakonda A., Raof S., Sung A. et al. Bronchiolar disorders: a clinical-radiological diagnostic algorithm. *Chest*. 2010; 137(4): 938-951. doi: 10.1378/chest.09-0800.
- Eun-Young Kang, Ok Hee Woo, Bong Kyung Shin et al. Bronchiolitis: Classification, Computed Tomographic and Histopathologic

- Features, and Radiologic Approach. *J Comput Assist Tomogr*. 2009; 33(1): 32-41. doi: 10.1097/RCT.0b013e3181635e50.
- Овсянников Д.Ю. Острый бронхоиолит у детей. Вопросы практической педиатрии. 2010; 5 (2): 75-84. Ovsyannikov D.Yu. Acute bronchiolitis in children. *Voprosy-prakticheskoy-pediatrici*. 2010; 5 (2): 75-84. [In Russian]
- Verschakelen J.A., Wever W.De. *Medical Radiology. Computed Tomography of the Lung. A Pattern Approach Encyclopedia of Medical Radiology*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg New York. 2007; 217 p. ISBN 978-3-642-39518-5
- Madama D., Matosa P., Franco A. et al. Adult bronchiolitis --- A clinical and pathological interpretative classification *Rev Port Pneumol* (2006). 2016; 22(2): 93-100. doi: 10.1016/j.rppnen.2015.06.008.
- Patrick R. Aguilar, Andrew P. Michelson, Warren Isakow. Obliterative Bronchiolitis Transplantation. 2016; 100(2): 272-283. doi: 10.1097/TP.0000000000000892
- Abigail V. Berniker, Travis S. Henry. Imaging of Small Airway Diseases. *Radiol Clin North Am*. 2016; 54(6): 1165-1181. doi: 10.1016/j.rcl.2016.05.009
- Хоружик С.А. Михайлов А.Н. Основы КТ визуализации. Часть 2: Постпроцессинговая обработка изображений. «Радиология — Практика» Продолженное медицинское образование. 2011; 4: 52-65. Kharuzhyk S.A., Mikhailov A.N. *Fundamentals of CT visualization. Part 2. Images postprocessing «Radiology-Practice» Continued medical education*. 2011; 4: 52-65. [In Russian]
- Milliron B., Henry T.S., Veeraraghavan S. et al. Bronchiectasis: mechanisms and imaging clues of associated common and uncommon diseases. *RadioGraphics* 2015;35(4):1011-1030. doi: 10.1148/rg.2015140214
- Kai Ryu, Noboru Takayanagi, Takashi Ishiguro et al. Etiology and Outcome of Diffuse Acute Infectious Bronchiolitis in Adults. 2015; 12(12): 1781-1787. doi: 10.1513/AnnalsATS.201507-473OC
- Milliron B., Henry T.S., Veeraraghavan S. et al. Bronchiectasis: mechanisms and imaging clues of associated common and uncommon diseases. *RadioGraphics*. 2015; 35(4): 1011-1030. doi: 10.1148 / rg.2015140214.
- Ya-Nan Li, Li Liu, Hong-Mei Qiao et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans in children: a review of 42 cases. *BMC Pediatrics*. 2014; 14: 238.
- Augustine S. Lee, Jay H. Ryu. Aspiration Pneumonia and Related Syndromes. *Mayo Clin Proc*. 2018; 93(6): 752-762. doi: 10.1016/j.mayocp.2018.03.011.
- Andrew D. Prather, Tristan R. Smith, Dana M. Poletto et al. Aspiration-Related Lung Diseases Thorac Imaging. 2014; 29(5): 304-309. doi: 10.1097/RTI.0000000000000092.
- Peyron P., Vaubourgeix J., Poquet Y. et al. Foamy macrophages from tuberculous patients' granulomas constitute a nutrient-rich reservoir for M. tuberculosis persistence. *PLoS Pathog*. 2008; 4(11): e1000204. doi: 10.1371/journal.ppat.1000204.
- Chronoos Z.C., K. Midde K., Sever-Chronoos Z. et al. Pulmonary surfactant and tuberculosis. *Tuberculosis (Edinb)*. 2009; 89(Suppl 1): 10-14. doi: 10.1016/S1472-9792(09)70005-8.
- Hunter R.L. On the pathogenesis of post primary tuberculosis: the role of bronchial obstruction in the pathogenesis of cavities. *Tuberculosis (Edinb)*. 2011; 91 (Suppl 1): 6-10. doi: 10.1016/j.tube.2011.10.003.
- Franquet T., Müller N.L., Giménez A. et al. Spectrum of pulmonary aspergillosis: histologic, clinical, and radiologic findings. *Radiographics*. 2001; 21(4): 825-37. doi: 10.1148/radiographics.21.4.g01j103825.
- Arun C. Nachiappan, Kasra Rahbar, Xiao Shi et al. Pulmonary Tuberculosis: Role of Radiology in Diagnosis and Management. *RadioGraphics*. 2017; 37: 52-72. doi: 10.1148/rg.2017160032