



Эффективность КТ-навигации в диагностике периферических очагов легких

В.А. СОЛОДКИЙ, Н.В. ЧЕРНИЧЕНКО, И.Д. ЛАГКУЕВА, П.М. КОТЛЯРОВ, И.О. СУСАРЕВ, З.С. ЦАЛЛАГОВА

ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» МЗ РФ, Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить диагностическую эффективность использования компьютерно-томографической навигации (КТн), виртуальной бронхоскопии при трансбронхиальной биопсии (ТББ) периферических очагов в легких.

Материалы и методы. Проведен анализ данных КТ-навигации при бронхоскопии у 201 пациента (группа КТн) с периферическими очагами в легких (зона интереса). Продвижение инструмента в зону интереса при бронхоскопии осуществлялось под КТ-навигацией, ведущая роль в которой принадлежала виртуальной бронхоскопии. Сравнение проводилось с группой (ГС) из 195 пациентов, у которых КТ-навигация не использовалась.

Результаты. Общая результативность бронхоскопии при использовании КТ-навигации и виртуальной бронхоскопии была статистически значимо выше, чем без них – 95/201 (47,2%) против 65/195 (33,3%), $\chi^2 = 7,98$; $p < 0,01$. Результативность бронхоскопии в группах КТн и ГС значимо различалась при очагах в легком размером $>1 - \leq 2$ см (46,9% против 28,2%; $p_z = 0,008$) и очагах ≤ 1 см (28,0% против 12,9%; $p_z = 0,048$). Для крупных очагов $>2 - \leq 3$ см различия не достигли статистической значимости. Имелись значимые различия в результативности бронхоскопии между группами КТн и ГС при локализации очагов в средней (61,2% против 35,8%; $p_z = 0,008$) и периферической (32,0% против 22,2%; $p_z = 0,048$) зонах легкого. При локализации в центральной зоне и на границах зон различия между группами были незначимы. При использовании КТ-навигации и виртуальной бронхоскопии наличии связи бронха с очагом значительно увеличивало вероятность результативной бронхоскопии (ОШ=6,35; 95% ДИ 3,43-11,78), чем при отсутствии таковой.

Ключевые слова: компьютерно-томографическая навигация, виртуальная бронхоскопическая навигация, бронхоскопия, очаги в легких, трансбронхиальная биопсия.

Для цитирования: Солодкий В.А., Черниченко Н.В., Лагкуева И.Д., Котляров П.М., Сусарев И.О., Цаллагова З.С. Эффективность КТ-навигации в диагностике периферических очагов легких // Туберкулёз и болезни лёгких. – 2025. – Т. 103, № 2. – С. 62–69. <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2025-103-2-62-69>

Effectiveness of CT Navigation in the Diagnosis of Peripheral Pulmonary Lesions

V.A. SOLODKIY, N.V. CHERNICHENKO, I.D. LAGKUEVA, P.M. KOTLYAROV, I.O. SUSAREV, Z.S. TSALLAGOVA

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Russian Ministry of Health, Moscow, Russia

ABSTRACT

The objective: to evaluate the diagnostic effectiveness of computed tomographic navigation (CTn), bronchoscopic navigation (BN) in transbronchial biopsy (TBB) of peripheral lesions in the lungs.

Subjects and Methods. An analysis of CT navigation data during bronchoscopy (BS) of 201 patients (Ctn Group) with peripheral lung formations (area of interest) was carried out. The advancement of bronchoscope to the area of interest during bronchoscopy was performed under CT navigation with VBN playing the major role. Comparison was made to the group (CG) of 195 patients in whom no CT navigation was used.

Results. The overall bronchoscopy effectiveness using CT navigation and bronchoscopic navigation was statistically significantly higher versus the cases when they were not used, 95/201 (47.2%) vs. 65/195 (33.3%), $\chi^2 = 7.98$; $p < 0.01$. Bronchoscopy effectiveness in the CTn and CG Groups differed significantly for lesion in the lung measuring >1 to ≤ 2 cm (46.9% vs. 28.2%; $p_z = 0.008$) and lesions ≤ 1 cm (28.0% vs. 12.9%; $p_z = 0.048$). For large lesion >2 to ≤ 3 cm, the differences did not reach statistical significance. There were significant differences in bronchoscopy effectiveness between the CTn and CG Groups when lesions were localized in the middle (61.2% vs. 35.8%; $p_z = 0.008$) and peripheral (32.0% vs. 22.2%; $p_z = 0.048$) zones of the lung. With lesions located in the central part and at its boundaries, the differences between the groups were not significant. When CT navigation and virtual bronchoscopy were used, the presence of connection to the bronchus significantly increased the likelihood of successful bronchoscopy (OR=6.35; 95% CI 3.43-11.78) than in the absence of one.

Key words: computed tomographic navigation, virtual bronchoscopic navigation, bronchoscopy, pulmonaru lesions, transbronchial biopsy.

For citation: Solodkiy V.A., Chernichenko N.V., Lagkueva I.D., Kotlyarov P.M., Susarev I.O., Tsallagova Z.S. Effectiveness of CT navigation in the diagnosis of peripheral pulmonary lesions. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2025, vol. 103, no. 2, pp. 62–69. (In Russ.) <http://doi.org/10.58838/2075-1230-2025-103-2-62-69>

Для корреспонденции:

Лагкуева Ирина Джабраиловна
E-mail: ilagkueva@mail.ru

Correspondence:

Irina D. Lagkueva
Email: ilagkueva@mail.ru

Введение

Очагами в легких принято называть округлые образования до 3 см в диаметре. Основной проблемой при наличии у пациента очага в легком является исключение злокачественной опухоли [4]. Разработаны методы и критерии для неинвазивной диагностики этих случаев, а также алгоритмы, позволяющие определить тактику ведения пациента в зависимости от результата лучевой диагностики. Тем не менее, часто однозначно отвергнуть злокачественный характер заболевания не представляется возможным, и процесс необходимо верифицировать [5].

По принятому в РФ алгоритму всем пациентам на первом этапе инвазивной диагностики показана бронхоскопия с биопсией. Однако расположение очага в периферической зоне затрудняет получение материала. Результативность верификации процесса методами трансбронхиальной биопсии (ТББ) зависит от наличия приводящего бронха, расположения очага, его размера, а также от верно выстроенного пути проведения биопсийных инструментов [7]. Построение такого пути называется КТ-навигацией, метод широко используется в ФГБУ РНЦРР при выполнении бронхоскопии с ТББ для повышения результативности манипуляции. Под результативностью в данном случае понимается возможность по материалу ТББ морфологически установить генез очага в легком, что определит дальнейшую тактику ведения пациента.

Результативность ТББ без КТ-навигации, по данным разных исследователей, при размерах до 30 мм и различной топографии в легком составляет от 14 до 63%, при очагах менее 20 мм результаты ниже [7]. Такие показатели потенцируют поиск путей оптимизации диагностики. Особенно актуально улучшение методов неинвазивной (лучевой) визуализации и малоинвазивных методов (бронхоскопия с ТББ) получения материала из зоны интереса. Одним из путей является навигация ТББ по данным компьютерной томографии (КТн) и ее производной – виртуальной бронхоскопии [5].

Виртуальная бронхоскопия позволяет получить объемную модель трахеобронхиальной системы (ТБС) на основании данных КТ органов грудной клетки. С помощью виртуальной бронхоскопии можно оценить: рельеф слизистой, степень и уровень стеноза просвета бронха, область, находящуюся дистальнее зоны обструкции или обтурации, и визуализировать мелкие дыхательные пути, недоступные осмотру при бронхоскопии [2]. Дополнение нативных данных КТ виртуальной

бронхоскопией увеличивает точность оценки состояния ТБС от 70 до 78% [7]. Диагностическая же ценность виртуальной бронхоскопии при поражении трахеи и главных бронхов достигает 95-100%, но ее возможности при локализации процесса в сегментарных и более мелких бронхах ограничены. Установлена результативность сочетанного применения виртуальной бронхоскопии и бронхоскопии с ТББ в зависимости от размеров опухоли и характера ее роста [6]. Разработана дорожная карта КТ-навигации для диагностической бронхоскопии с ТББ и эндобронхиального лечения [1]. При этом КТ-навигация и виртуальная бронхоскопия не являются альтернативой бронхоскопии, за исключением случаев, когда проведение последней невозможно из-за противопоказаний. При этом имеется ряд неразработанных вопросов КТ-навигации, виртуальной бронхоскопии, мультипланарных реконструкций для планирования бронхоскопии с ТББ при очаговых поражениях легких [3].

Цель исследования

Оценить диагностическую эффективность использования компьютерно-томографической навигации (КТн), виртуальной бронхоскопии при трансбронхиальной биопсии (ТББ) периферических очагов в легких.

Материалы и методы

Эндоскопические исследования выполняли с применением видеоэндоскопической системы компании Olympus Medical Systems Corporation EVIS EXERA iii, состоящей из видеопроцессора CV-190PLUS с функциями детализации структуры и переходных зон изображения и поддержкой изображения высокой четкости и источника света CLV 190. Для выполнения бронхоскопии использовали бронхоскопы BF-Q190 и BF-P190.

Виртуальная бронхоскопия является производной постпроцессинговой обработки нативных данных КТ высокого разрешения, которая выполнялась на томографе Canon (Toshiba), модель «AQUILION Lightning SP, CT», Canon (Toshiba), модель «AQUILION 16» с последующей обработкой на рабочей станции Vitrea FX 2.0. КТ-исследования проводились по стандартному протоколу с последующей постпроцессинговой обработкой для формирования трехмерной модели органов грудной клетки с возможностью свободного виртуального просмотра трахеобронхиальной системы. Прослеживалось строение трахеи до субсегмен-

тарных бронхов и более мелких генераций. Имелась возможность оценки просвета бронха, минуя непреодолимые при бронхоскопии преграды в виде локальной обструкции, стеноза бронха при условии наличия воздуха в дистальных отделах. При виртуальной бронхоскопии управление бронхоскопом осуществляется на виртуально созданном двух- или трехмерном изображении ТБС. Важным моментом является вращение бронхоскопа на пути к достижению заданной цели, отличие реальной картины бронхов от искусственно созданной модели бронха. КТ-навигация у нас состояла из двух этапов. Первый – получение КТ-изображения бронхов для планирования проведения бронхоскопа к зоне интереса в легком. Второй этап – собственно виртуальная бронхоскопия с введением бронхоскопа и биопсийных инструментов в зону интереса с учетом мультипланарных КТ-изображений как ТБС, так и собственно очагового образования.

Прослежены результаты 201 пациента с очагами в легких, проходившие диагностику в ФГБУ РНЦРР за период с 2019-2024 гг. Всем им выполнена была КТ с внутривенным контрастированием и без него. Периферические очаги в легких чаще всего выявлялись как случайность (наблюдение после пролеченного внелегочного онкологического заболевания, периодическая флюорография при диспансеризации, выполнение КТ по поводу COVID-19).

Диагноз после КТ:

- подозрение на первичный злокачественный процесс (немелкоклеточный рак, мелкоклеточный рак, карциноид легкого) – 137 пациентов;
- подозрение на метастатическое поражение легких – 52 пациента;
- доброкачественные, воспалительные и поствоспалительные процессы (гамартома, бронхогенная киста, воспалительные очаги, в т.ч. туберкулез, ретенционные кисты, очаговый фиброз, узловатая лимфоидная гиперплазия, лейомиома бронха, нагноившийся бронхоэктаз, папиллярная аденома) – 12 пациентов.

У 189 пациентов выявлены рентгенологические признаки, подозрительные на злокачествен-

ность – бугристые, лучистые контуры, субсолидная структура очага. У 3 пациентов, проходивших динамическое наблюдение по поводу остеосаркомы в анамнезе, очаги в легких содержали включения кальция, что вызывало настороженность в отношении метастатического поражения.

Диагностическая бронхоскопия с различными вариантами ТББ выполнена с использованием КТн, включая виртуальную бронхоскопию, всем пациентам группы КТн (201 чел.). Следует отметить, что у пациентов этой группы нами не анализировались мелкие сопутствующие очаги, доброкачественный характер которых у рентгенологов не вызывал сомнений, и они трактовались как типичные внутрилегочные лимфоузлы, поствоспалительные очаги, не имеющие клинического значения. В качестве группы сравнения (ГС) были использованы данные 195 пациентов, проходивших обследование (КТ, бронхоскопия с ТББ) в ФГБУ РНЦРР за период с 2016 до 2019 гг., до внедрения методики КТ-навигации. Группа сравнения была сопоставима с группой КТн по показателям локализации и размерам очагов. Основным оцениваемым показателем в группах была «результативность бронхоскопии», под которым понималось получение при бронхоскопии с ТББ морфологического материала, достаточного для установки того или иного диагноза.

Результаты исследования

Результативность бронхоскопии при различных размерах очагов в исследуемых группах представлена в табл. 1.

Проведенный анализ выявил статистически значимые различия в общей результативности бронхоскопии между группами КТн и ГС ($\chi^2=7,98$; $p<0,01$). Наибольшая разница в результативности наблюдалась для очагов размером $>1- \leq 2$ см (46,9% против 28,2%; $p_z=0,008$) и ≤ 1 см (28,0% против 12,9%; $p_z=0,048$), где метод КТ-навигации показал существенное преимущество. Для более крупных очагов $>2- \leq 3$ см и множественных поражений различия не достигли статистической значимости, что может быть связано с их лучшей визуализацией

Таблица 1. Размеры очага и результативность бронхоскопии

Table 1. Lesion size and bronchoscopy effectiveness

Размер очага	Группа КТ-навигации		Группа сравнения		p-значение (z-тест)	χ^2
	Число пациентов	Результативность бронхоскопии абс. / %	Число пациентов	Результативность бронхоскопии абс. / %		
≤ 1 см	25	7/28	31	4/12,9	0,048	-
$>1- \leq 2$ см	81	38/46,9	78	22/28,2	0,008	-
$>2- \leq 3$ см	75	44/58,6	71	40/56,3	0,760	-
2 очага и более	20	6/30	15	5/33,6	0,820	-
Всего	201	95/47,2	195	65/33,3	-	7,98 $p<0,01$

Таблица 2. Расположение очагов по зонам легкого и результативность бронхоскопии
Table 2. Location of lesion in the lung zones and bronchoscopy effectiveness

Расположение в зонах	Группа КТн		Группа сравнения (ГС)		p-значение (z-тест)
	Число пациентов	Результативность бронхоскопии абс. / %	Число пациентов	Результативность бронхоскопии абс. / %	
Периферическая	103	33/32	99	22/22,2	0,048
Средняя	49	30/61	53	19/35,8	0,008
Центральная	25	19/76	28	15/53,5	0,096
Граница периферической и средней	13	6/46	9	4/44,4	0,920
Граница средней и центральной	11	7/63	6	5/55,5	0,720
Всего	201	95/47,2	195	65/33,3	-

Таблица 3. Расположение очагов по долям легкого и результативность бронхоскопии
Table 3. Location of lesions in the lobes and bronchoscopy effectiveness

Расположение в долях легкого	Группа КТн		Группа сравнения (ГС)		p-значение (z-тест)
	Число пациентов	Результативность бронхоскопии абс. / %	Число пациентов	Результативность бронхоскопии абс. / %	
Верхняя справа	68	35/51,4	62	16/25,8	0,002
Верхняя слева	71	24/33,8	70	12/17,1	0,018
Средняя справа	11	5/45,4	10	3/30	0,430
Нижняя справа	23	14/60,8	26	13/50	0,430
Нижняя слева	28	17/60,7	27	11/40,7	0,130
Всего	201	95/47,2	195	55/28,2	

и при стандартном подходе. Общая результативность бронхоскопии в группе КТн была значимо выше (47,2% против 33,3%; $p_z < 0,015$). Эти результаты подтверждают целесообразность применения КТ-навигации в клинической практике, особенно при диагностике небольших по размеру легочных поражений.

По структуре очаги в группе КТн были солидными (162 пациента), несолидными («матовое стекло», 29 пациентов) и субсолидными (10 пациентов). Форма образований также варьировала: вытянутая – 11, овальная – 39, округлая – 105, неправильная форма – 46 случаев. Контуры были оценены как бугристые в 79 случаях, лучистые – в 75, неровные – в 23, ровные – в 24 случаях. Очаги находились в правом легком у 97 пациентов, в левом – у 91, с обеих сторон – у 13 больных.

В табл. 2 и 3 представлены данные о расположении очаговых образований по зонам и долям легких и соответствующей результативности бронхоскопии.

Установлены статистически значимые различия в результативности бронхоскопии между группами КТн и ГС: при локализации очагов в средней (61,2% против 35,8%; $p_z = 0,008$) и периферической – (32,0% против 22,2%; $p_z = 0,048$) зонах. При локализации очагов в центральной зоне и на границах зон различия между группами были незначимы ($p_z > 0,05$).

Установлены статистически значимые различия в результативности бронхоскопии между группами КТн и ГС. Наибольшие различия обнаружены при локализации очага в верхней правой доле (51,4% против 25,8%; $p_z = 0,002$) и в верхней левой доле (33,8% против 17,1%; $p_z = 0,018$). При остальных локализациях различия не достигли статистической значимости ($p_z > 0,05$).

Далее мы исследовали некоторые параметры в группе КТн, которые могли влиять на результативность бронхоскопии. Из 201 пациента, по данным КТ, связь бронха с патологическим очагом имела у 90 пациентов, бронхоскопия была результативна у 64 (71,1%); связь отсутствовала (учитывая 2 случая множественных очагов) – у 111 пациентов, бронхоскопия была результативна у 31 (27,9%) пациентов. Таким образом, при наличии связи бронха с очагом (рис. 1, 2) вероятность результативной бронхоскопии при КТн выше (ОШ=6,35; 95% ДИ 3,43-11,78), чем при отсутствии таковой (рис. 3).

Эти результаты подтверждают важность тщательной оценки данного параметра, который является прогностическим фактором успешности последующей бронхоскопии и может быть использован для оптимизации отбора пациентов для диагностической бронхоскопии с использованием КТ-навигации.

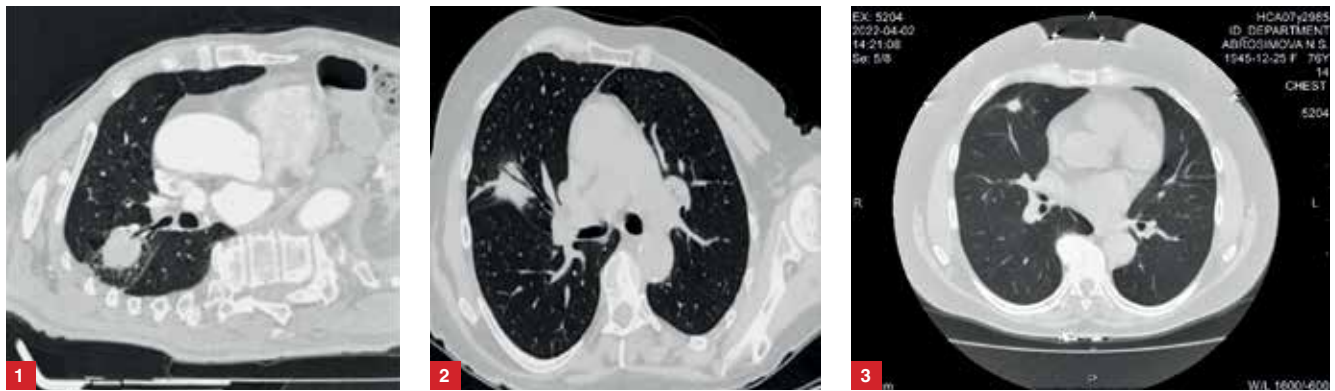


Рис. 1. КТ. Легочный режим. Криволинейная реконструкция. Очаг в С1 правого легкого с подходящим бронхом (вариант 1)

Рис. 2. КТ. Легочный режим. Криволинейная реконструкция. Очаг в С4 правого легкого с проходящим через него бронхом (вариант 1)

Рис. 3. КТ. Легочный режим. Аксиальная плоскость. Очаг в С3 правого легкого. Дренирующий бронх отсутствует (вариант 2)

Fig. 1. CT. Lung window. Curvilinear reconstruction. Lesions in S1 of the right lung with a corresponding bronchus (variant 1)

Fig. 2. CT. Lung window. Curvilinear reconstruction. Lesions in S4 of the right lung with a corresponding bronchus (variant 1)

Fig. 3. CT. Lung window. Axial plane. Lesions in S3 of the right lung. There is no draining bronchus (variant 2)

При этом различают следующие варианты:

- 1 вариант – бронх хорошо визуализируется и подходит к очагу (рис. 1) или проходит в толще очага (рис. 2);
- 2 вариант – отсутствие визуализации бронха ведущего к очагу (рис. 3).

При варианте 1 с ориентацией на виртуальную бронхоскопию и мультипланарные КТ специалисту было относительно легко направлять бронхоскоп и биопсийные инструменты в зону интереса. При варианте 2 были определенные сложности в ориентации, однако информация о состоянии сегментарных и более дистальных бронхов по данным виртуальной бронхоскопии позволяла принять обоснованное решение о проведении бронхоско-

пии с ТББ или рассмотреть альтернативные методы. Следует отметить, что при варианте 2 очаговые изменения нередко локализовались в наружной трети легочного поля, что и обуславливало трудности поиска приводящего бронха. Существенным моментом при проведении бронхоскопии является сопоставление бронхоскопической картины с данными виртуальной бронхоскопии и трехмерными КТ (рис. 4, 5).

Существенную помощь в оценке ТБС оказывала методика fly through, которая позволяла визуально оценить внутренние поверхности в кранио-каудальном направлении и обратно. Это сокращало время исследования, позволяло избежать осложнений во время бронхоскопии. Среди 201 пациен-

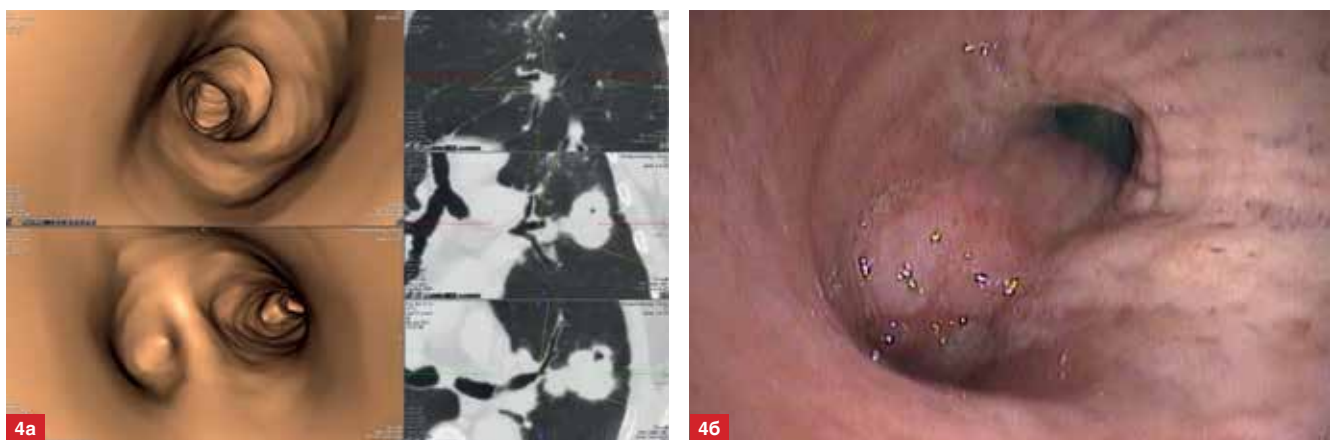


Рис. 4. Периферический с централизацией рак левого легкого: а) виртуальная бронхоскопия и КТ – обтурация сегментарного бронха 3А; б) бронхоскопия, при ЧББ получен морфологический материал

Fig. 4. Peripheral left lung cancer with centralization: a) virtual bronchoscopy and CT – obturation of segmental bronchus 3A; b) bronchoscopy, the morphological specimen was obtained by TBB



Рис. 5. Стеноз бронха за счет сдавления извне: а) виртуальная бронхоскопия и КТ – в дистальном отделе левого нижнедолевого бронха определяется прилежащий к бронху лимфоузел, деформирующий просвет бронха, без деструкции его хрящей; б) бронхоскопия – стеноз бронха без изменения слизистой, выполнена ЧББ, получен морфологический материал – ткань лимфоузла с воспалительными изменениями

Fig. 5. Bronchial stenosis due to external compression: a) virtual bronchoscopy and CT – a lymph node adjacent to the bronchus is detected in the distal part of the left lower lobe bronchus, deforming the lumen of the bronchus, without destruction of its cartilages; b) bronchoscopy – bronchial stenosis without mucosal changes, TBB was performed, the morphologic specimen was obtained – lymph node tissue with inflammatory changes.

та группы КТн (включая виртуальную бронхоскопию) информативный морфологический материал при бронхоскопии с ТББ удалось получить у 95 (47,2%) пациентов. Остальные (106 пациентов) были направлены на бронхоскопию с ТББ под контролем эндосонографии, рентгена, непосредственно КТ или трансторакальную биопсию. Это позволило идентифицировать диагноз у всех пациентов.

По данным морфологического исследования, у 201 пациента получены следующие результаты: НМРЛ – у 96 (плоскоклеточный – у 15, аденокарцинома – 81), мелкоклеточный рак – у 8, карциноид легкого – у 7, воспалительный и поствоспалительный процесс – у 23 (в том числе туберкулез), метастазы – у 36, доброкачественная опухоль (гамартома, лейомиома и др.) – у 31 пациента.

Выводы

1. Общая результативность бронхоскопии при использовании КТ-навигации и виртуальной бронхоскопии была статистически значимо выше, чем без них (95/201 (47,2%) против 65/195 (33,3%), $\chi^2 = 7,98$; $p < 0,01$).
2. Имелась зависимость результативности бронхоскопии в группах КТн и ГС от размеров очага в легком, наибольшая разница наблюдалась

при очагах размером $>1- \leq 2$ см (46,9% против 28,2%; $p_z = 0,008$) и очагах ≤ 1 см (28,0% против 12,9%; $p_z = 0,048$). Для крупных очагов $>2- \leq 3$ см различия не достигли статистической значимости.

3. Установлены статистически значимые различия в результативности бронхоскопии между группами КТн и ГС: при локализации очагов в средней (61,2% против 35,8%; $p_z = 0,008$) и периферической (32,0% против 22,2%; $p_z = 0,048$) зонах легкого. При локализации очагов в центральной зоне и на границах зон различия между группами были незначимы.
4. Наибольшие различия между группами КТн и ГС в результативности бронхоскопии обнаружены при расположении зоны интереса в верхней правой доле (51,4% против 25,8%; $p_z = 0,002$) и в верхней левой доле (33,8% против 17,1%; $p_z = 0,018$). Это может быть обусловлено недостаточной гибкостью фибробронхоскопа для исследования этих зон без КТн. При остальных локализациях различия не достигли статистической значимости. При использовании КТ-навигации и виртуальной бронхоскопии наличие связи бронха с очагом в легком значительно увеличивало вероятность результативной бронхоскопии (ОШ=6,35; 95% ДИ 3,43-11,78), чем при отсутствии таковой.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare there is no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия в диагностике рака легкого // Лучевая диагностика и терапия. – 2015. – № 1. – С. 56-63.
2. Котляров П.М. Виртуальная бронхоскопия в дифференциальной диагностике рака легкого с воспалительными, фиброзными изменениями // Пульмонология. – 2017. – Т. 27, № 6. – С. 748-753. <https://doi.org/10.18093/0869-01>
3. Котляров П.М., Сергеев Н.И., Ребрикова В.А., Татарникова О.В. Виртуальная бронхоскопия мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений бронхов // Сибирский онкологический журнал. – 2016. – Т. 15, № 6. – С. 5-13.
4. Fernandes S., Williams G., Williams E. et al. Solitary pulmonary nodule imaging approaches and the role of optical fibre-based technologies // Eur Respir J. – 2021. – Vol. 57, № 3. – P. 2002537. <https://doi.org/10.1183/13993003.02537-2020>
5. Ishiwata T., Gregor A., Inage T. et al. Bronchoscopic navigation and tissue diagnosis // Gen Thorac Cardiovasc Surg. – 2020. – Vol. 68, № 7. – P. 672-678. <https://doi.org/10.1007/s11748-019-01241-0>
6. 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. – Vol. 10, № 9. – P. e0137329
7. McInnis M.C., Weisbrod G., Schmidt H. Advanced Technologies for Imaging and Visualization of the Tracheobronchial Tree: From Computed Tomography and MRI to Virtual Endoscopy // Thorac Surg Clin. – 2018. – Vol. 28, № 2. – P. 127-137. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2018.01.005>

REFERENCES

1. Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy in the diagnostics of lung cancer. *Luchevaya Diagnostika I Terapiya*, 2015, no. 1, pp. 56-63. (In Russ.)
2. Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy in differential diagnosis of neoplastic, fibrous and inflammatory abnormalities. *Pulmonologiya*, 2017, vol. 27, no. 6, pp. 748-753. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-01>
3. Kotlyarov P.M., Sergeev N.I., Rebrikova V.A., Tatarnikova O.V. Virtual multislice-CT-bronchoscopy as a diagnostic tool in patients with bronchial tumors. *Sibirsky Onkologicheskyy Zhurnal*, 2016, vol. 15, no. 6, pp. 5-13. (In Russ.)
4. Fernandes S., Williams G., Williams E. et al. Solitary pulmonary nodule imaging approaches and the role of optical fibre-based technologies. *Eur. Respir. J.*, 2021, vol. 57, no. 3, pp. 2002537. <https://doi.org/10.1183/13993003.02537-2020>
5. Ishiwata T., Gregor A., Inage T. et al. Bronchoscopic navigation and tissue diagnosis. *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2020, vol. 68, no. 7, pp. 672-678. <https://doi.org/10.1007/s11748-019-01241-0>
6. 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, vol. 10, no. 9, pp. e0137329
7. McInnis M.C., Weisbrod G., Schmidt H. Advanced technologies for imaging and visualization of the tracheobronchial tree: from computed tomography and MRI to virtual endoscopy. *Thorac. Surg. Clin.*, 2018, vol. 28, no. 2, pp. 127-137. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2018.01.005>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии»
МЗ РФ
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86
Тел.: +7(495) 334-81-86

Солодкий Владимир Алексеевич
Д. м. н., академик РАН, директор, профессор
E-mail: mailbox@rncrr.ru

Черниченко Наталья Васильевна
Д. м. н., ведущий научный сотрудник
лаборатории хирургических технологий
в онкологии НИО хирургии, урологии, гинекологии
и инвазивных технологий в онкологии
E-mail: avnvma@mail.ru

Лажкуева Ирина Джабраиловна
Заведующая отделением, врач-рентгенолог
отделения рентгеновской диагностики
с кабинетами рентгеновской
и магнитно-резонансной компьютерной
томографии
E-mail: ilagkueva@mail.ru

Котляров Петр Михайлович
Д. м. н., профессор, главный научный
сотрудник лаборатории рентгенорадиологии
научно-исследовательского отдела
комплексной диагностики заболеваний
и радиотерапии
E-mail: marnad@list.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology,
Russian Ministry of Health
86 Profsoyuznaya St., Moscow, 117997
Phone: +7 (495) 334 40 19

Vladimir A. Solodkiy
Doctor of Medical Sciences, Academician of RAS, Director,
Professor
Email: mailbox@rncrr.ru

Natalia V. Chernichenko
Doctor of Medical Sciences,
Leading Researcher of Laboratory
of Surgical Technologies in Oncology,
Research Department of Surgery, Urology,
Gynecology and Invasive Technologies
in Oncology
Email: avnvma@mail.ru

Irina D. Lagkueva
Head of Department, Radiologist of Department
of X-ray Diagnostics with X-ray and Magnetic
Resonance Computed Tomography Rooms
Email: ilagkueva@mail.ru

Petr M. Kotlyarov
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Chief Researcher of Radiologic Laboratory,
Research Department of Complex Diagnostics
and Radiotherapy
Email: marnad@list.ru

Сусарев Илья Олегович

*Врач-эндоскопист отделения внутрисветной
эндоскопической диагностики и лечения
E-mail: 6193350@gmail.com*

Цаллагова Земфира Сергеевна

*Д. м. н., профессор, ученый секретарь
E-mail: zscallagova@mcrr.ru*

Ilya O. Susarev

*Endoscopist of Intraluminal Endoscopic Diagnostics
and Treatment Department
Email: 6193350@gmail.com*

Zemfira S. Tsallagova

*Doctor of Medical Sciences, Professor, Academic Secretary
Email: zscallagova@mcrr.ru*

Поступила 18.12.2024

Submitted as of 18.12.2024