

pulmonary disease // *Drugs*. 2014. Vol. 74(13). P. 1509–1522. doi:10.1007/s40265-014-0269-6. Review.

31. Singh D., Corradi M., Spinola M., Petruzzelli S., Papi A. Extrafine beclometasone dipropionate/formoterol fumarate: a review of its effects in chronic obstructive pulmonary disease // *NPJ Prim Care Respir Med*. 2016. Vol. 16(26). 16030. doi:10.1038/nppjcr.2016.30. Review

32. Maria Ximena Rojas Reyes, Olga M Garc a Morales, Rodolfo J Dennis, Charlotta Karner. Combination inhaled steroid and long acting beta2 agonist in addition to tiotropium versus tiotropium or combination alone for chronic obstructive pulmonary disease // *Cochrane Database Syst Rev*. 2016. Vol. 6(6). CD008532.

33. Frith P.A., Thompson P.J., Ratnavadivel R. et al. Glisten Study Group Glycopyrronium once-daily significantly improves lung function and health status when combined with salmeterol/fluticasone in patients with COPD: the GLISTEN study, a randomised controlled trial // *Thorax*. 2015. Vol. 70(6). P. 519–527. doi:10.1136/thoraxjnl-2014-206670. Epub 2015 Apr 3.

34. Martino M.D., Agabiti N., Cascini S. et al. The Effect on Total Mortality of Adding Inhaled Corticosteroids to Long-Acting Bronchodilators for COPD: A Real Practice Analysis in Italy // *COPD* 2016. Vol. 13(3). P. 293–302.

35. Calverley P.M., Martinez F.J., Fabbri L.M. et al. Does roflumilast decrease exacerbations in severe COPD patients not controlled by inhaled combination therapy? The

REACT study protocol // *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis*. 2012. Vol. 7. P. 375–382.

36. Chong J., Leung B., Poole P. Phosphodiesterase 4 inhibitors for chronic obstructive pulmonary disease // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013. Issue 11. Art. No.: CD002309. doi:10.1002/14651858.CD002309.pub4.

37. Suissa S., Patenaude V., Lapi F., Ernst P. Inhaled corticosteroids in COPD and the risk of serious pneumonia // *Thorax*. 2013. Vol. 68. P. 1029–1036.

38. Da Silva S., Paschoal I.A., De Capitani E.M. et al. COPD phenotypes on computed tomography and its correlation with selected lung function variables in severe patients // *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2016. Vol. 11(1). P. 503–513.

39. Kaplan A.G. Applying the wisdom of stepping down inhaled corticosteroids in patients with COPD: a proposed algorithm for clinical practice // *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis*. 2015. Vol. 10. P. 2535–2548.

40. Чучалин А.Г., Авдеев С.Н., Айсанов З.Р. и др. Согласованные рекомендации по применению антихолинергического препарата длительного действия тиотропия в терапии бронхиальной астмы // *Пульмонология*. 2015. № 2. С. 143–150 [Chuchalin A.G., Avdeev S.N., Aysanov Z.R. i dr. Soglasovanie rekomendacii po primeneniju antiho- lnergicheskogo preparata dlitel'nogo deistvia tiotropija v terapii bronchialnoi astmi // *Pulmonologia*. 2015. № 2. S. 143–150 (in Russian)].

## Роль 3D-моделирования органов грудной клетки в диагностике диссеминированных поражений легких

Е.А. Филатова, д.м.н. С.Н. Скорняков, д.м.н. И.Д. Медвинский, к.м.н. А.В. Савельев, А.С. Цвиренко, И.А. Черняев, О.К. Федорова, к.м.н. Р.Б. Бердников, В.Н. Валуева

ФГБУ «Уральский НИИ фтизиопульмонологии» МЗ РФ, Екатеринбург

### РЕЗЮМЕ

В статье представлена структура расхождений направительного и клинического диагнозов у больных с диссеминированными поражениями легких (ДПЛ) в специализированном диагностическом отделении Уральского НИИ фтизиопульмонологии. Показана роль трансбронхиальной биопсии легких (ТББЛ) в диагностике гранулематозных поражений. Описывается усовершенствованная технология обследования с применением 3D-моделирования органов грудной клетки для выделения патологических элементов, подсчета объема пораженной ткани легкого у пациентов с ДПЛ и построения навигационной карты, повышающей эффективность забора материала при ТББЛ.

**Цель исследования:** оценка клинической информативности усовершенствованной технологии пациентов с ДПЛ, повышающей эффективность забора материала при ТББЛ.

**Материал и методы:** в 1-й группе (n=459) ретроспективно анализировались результаты обследования и структура расхождений направительного и клинического диагнозов у больных с ДПЛ. Во 2-й и 3-й группах проводилась оценка информативности ТББЛ на основе исследования биоптатов. В исследование включены результаты биопсии ткани легких от пациентов с ДПЛ (n=50), полученные как при использовании 3D-навигационной карты (2-я группа), так и при традиционной ТББЛ (3-я группа).

**Результаты и их обсуждение:** проведенный нами анализ когорты пациентов с ДПЛ (n=459) выявил существенные (p<0,05) расхождения направительного и клинического диагнозов, достигающие 48%. Шанс получения информативного материала в 2-й группе – 1,125. Шанс получения информативного материала в 3-й группе – 0,143. Статистическая достоверность принята при p<0,05. Стандартная ошибка отношения шансов – 0,83. Отношение шансов – 7,875 (ДИ 95%: 1,547; 40,092). Относительный риск – 1,688 (ДИ 95%: 1,171; 2,431). Стандартная ошибка относительного риска – 0,186.

**Вывод:** использование индивидуальной виртуальной навигационной карты, построенной на основании данных КТ органов грудной клетки, позволяет получать информативный биоматериал при проведении ТББЛ в 1,69 раза чаще, чем при традиционной ТББЛ, что приводит к снижению сроков пребывания пациента в стационаре, диагностической нагрузки и расходов медицинской организации на оказание помощи больному при диссеминированном поражении легких.

**Ключевые слова:** диссеминированное поражение легких, трансбронхиальная биопсия легких, 3D-моделирование органов грудной клетки, компьютерная томография органов грудной клетки.

**Для цитирования:** Филатова Е.А., Скорняков С.Н., Медвинский И.Д. и др. Роль 3D-моделирования органов грудной клетки в диагностике диссеминированных поражений легких // *PMJ*. 2016. № 16. С. 1046–1050.

## ABSTRACT

## Chest 3D modeling in the diagnosis of disseminated lung lesions

Filatova E.A., Skorniyakov C.N., Medvynsky I.D., Savelyev A.V., Tcvirenko A.S., Chernyaev I.A., Berdnikov R.B., Valueva V.N.

Ural Scientific Research Institute of Phthisiopneumology, Yekaterinburg

The article presents the structure of divergence of clinical diagnoses in patients with disseminate lung lesions (DLL). Authors described an advanced technology of transbronchial lung biopsy (TBB) based on chest 3D modeling that isolates pathological elements, calculates the volume of affected lung tissue in patients with DLL and develops navigation maps that increases the effectiveness of sampling biopsy material during TBB.

**Objective:** To estimate the role of improved TBB in DLL diagnosis.

**Material and Methods:** In group 1 ( $n = 459$ ) examination results and the structure of divergence of clinical diagnoses in patients with DLL were retrospectively analyzed. Informational content of biopsy specimens of lung tissue obtained during TBB with 3D-navigation (group 2) and traditional TBB (group 2) were compared in 50 patients with DLL. **Results:** The analysis of patients with DPL ( $n = 459$ ) revealed a significant ( $p < 0,05$ ) divergence of clinical diagnoses, reaching 48%. The chance of receiving informative material in group 2 – 1.125, in group 3 – 0.143 ( $p < 0,05$ , standard error of OR 0.83, OR 7.875 (95% CI: 1.547; 40.092), RR 1,688 (95% CI: 1.171; 2.431) Standard error of relative risk (S) 0.186.

**Conclusion:** Usage of individual virtual 3D navigation map, based on chest CT, allows to obtain informative biopsy specimens during TBB 1.69 times more likely than traditional TBB, which leads to reduction of length of stay, diagnostic load for a patient and decreases expenses of the hospital for DLL management.

**Key words:** disseminated lung lesions, transbronchial lung biopsy, 3D modeling of the chest, chest CT.

**For citation:** Filatova E.A., Skorniyakov C.N., Medvynsky I.D. et al. Chest 3D modeling in the diagnosis of disseminated lung lesions // RMJ. 2016. № 16. P. 1046–1050.

## Введение

Диагностика заболеваний, сопровождающихся диссеминированным поражением легких (ДПЛ), остается сложной мультидисциплинарной проблемой [1–6]. Доля диагностических ошибок у таких пациентов составляет в среднем 30–40% и может достигать 80% [7]. Для уточнения этиологии ДПЛ используют комплекс клинических, лабораторных, рентгенологических и/или гистологических данных, что подразумевает тесное сотрудничество фтизиатров, пульмонологов, рентгенологов и патоморфологов. Такой подход повышает частоту правильно установленного диагноза [8]. «Золотым стандартом» диагностики ДПЛ является исследование биопсийного материала. Наиболее часто для этого применяют трансbronхиальную биопсию легких (ТББЛ) [7, 9, 10]. Однако информативность стандартной методики ТББЛ, выполняемой «вслепую», нередко остается низкой из-за недостаточного количества патологического материала в биоптате или его отсутствия [9, 11, 12]. Это определило актуальность и цель данного исследования.

**Цель** исследования: повышение эффективности диагностики ДПЛ с использованием компьютерного 3D-моделирования органов грудной клетки.

## Материал и методы

Для выполнения поставленной цели исследование проводилось в 3-х группах:

1) контрольная группа включала 459 пациентов, госпитализированных в диагностическое отделение Уральского НИИ фтизиопульмонологии для уточнения диагноза ДПЛ в течение последних 5 лет. В этой группе ретроспективно анализировались результаты обследования и структура расхождений направительного и клинического диагнозов у больных с ДПЛ;

2) контрольная группа ( $n=30$ ) – пациенты с саркоидозом I и II стадии, которым ТББЛ проводилась по стандартной методике;

3) основная группа ( $n=20$ ) – пациенты с саркоидозом I и II стадии, которым с помощью 3D-моделирования на

основании данных КТ грудной клетки выстраивалась виртуальная навигационная карта для сопровождения трансbronхиальной биопсии легких.

С учетом полученной таким образом модели выполнялась ТББЛ. Во 2-й и 3-й группах проводилась оценка информативности ТББЛ на основе исследования биоптатов. Пациенты 2-й и 3-й групп были сопоставимы по основной и сопутствующей патологии, среднему возрасту ( $40,7 \pm 10,5$ ) и гендерному составу.

С целью повышения вероятности получения диагностического материала при ТББЛ у пациентов с диссеминированным поражением легких совместно с кафедрой вычислительной техники Уральского федерального университета (УрФУ) разработана программа, позволяющая проводить 3D-реконструкцию DICOM-пакета КТ легких, выделять элементы диссеминации, определять объем пораженной ткани и выстраивать виртуальную навигационную карту для выполнения ТББЛ [12, 13].

Работа программы 3D-моделирования разделялась на 3 этапа:

1) преобразование данных КТ в формате DICOM в объемное изображение;

2) подсчет объема пораженной ткани;

3) создание виртуальной навигационной карты ТББЛ.

1. Для обработки и визуализации КТ-данные загружаются в стандартную программу MeVisLab для построения трехмерной реконструкции легких (рис. 1).

Для подсчета объема пораженной ткани при ДПЛ в полученном объемном изображении проводилась сегментация всех структур легких с последующим их вычитанием за исключением элементов диссеминации.

После выделения общего объема поражения, для удобства восприятия, выделенные патологические элементы можно рассмотреть совместно с полупрозрачным ореолом легких и элементами bronхиального дерева в черно-белом или цветном вариантах (рис. 2).

2. Затем производится вычисление объема пораженной ткани в условных единицах объема (рис. 3).

3. Далее создается виртуальная навигационная карта, которая при проведении ТББЛ повысит вероятность наиболее точного забора патологического материала из зоны с максимальными изменениями. Для этого выделяется бронхиальное дерево, в котором с помощью созданного программного продукта визуализируется только та часть бронхов, которая проходима для фибробронхоскопа. Программа выделяет и добавляет к модели элементы диссеминации и границы легкого, что позволяет увидеть и рассчитать расстояние от пораженного участка в легком до плевры. На заключительном этапе работы получаем виртуальную навигационную карту, которая представляет собой виртуальный маршрут движения фибробронхоскопа по трахеобронхиальному дереву и расчет глубины выхода биопсийных щипцов (рис. 4).

По виртуальной навигационной карте врач-эндоскопист определяет место нахождения патологических образований, откуда наиболее вероятно получить патологическую ткань легких, определяет точку выхода биопсийных щипцов и рассчитывает глубину их погружения до нее.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Microsoft Excel. Различия в воз-

можностях методов оценивали по критерию отношения шансов и их доверительным интервалам.

### Результаты и их обсуждение

Проведенный нами анализ когорты пациентов с ДПЛ (n=459), госпитализированных в Уральский НИИ фтизиопульмонологии, выявил существенные ( $p < 0,05$ ) расхождения между направительным и клиническим диагнозами, достигающие 48%. Наибольшее количество диагностических ошибок встречается при дифференциальной диагностике туберкулеза и саркоидоза, что обусловлено гипердиагностикой диссеминированного туберкулеза легких. После обследования в клинике пациентов с направительным диагнозом «диссеминированный туберкулез» клинический диагноз был изменен у 93,3% пациентов. Обратной закономерности не наблюдалось: в группе пациентов с направительным диагнозом «саркоидоз» число расхождений составило лишь 2,3%. В группе пациентов с ранее установленным диагнозом «идиопатическая интерстициальная пневмония» (ИИП) диагноз был подтвержден в большинстве случаев – в 85,4%. Канцероматоз подтвержден только у 39,1% пациентов. В группе пациентов, у которых в направительном диагнозе нозология не была уточнена, в большинстве случаев (66,7%) был установлен диагноз «саркоидоз». В структуре больных, у которых ДПЛ было выявлено только при обследовании в нашей клинике, большую часть составили больные с ИИП (48,6%, n=35) и саркоидозом (31,9%, n=23). У 2-х пациентов, поступивших в отделение с подозрением на «диффузные болезни соединительной ткани», диагноз был подтвержден.

Структура расхождений направительного и клинического диагнозов представлена в таблице 1.

Морфологическая верификация диагноза проведена у 375 пациентов 1-й группы (81,7%). Превалирующим методом забора биопсийного материала в структуре инвазивных диагностических вмешательств была ТББЛ, которая выполнена у 79% (n=296) пациентов. Биопсия легкого при проведении медиастиноплевроскопии (МПС) и видеоторакоскопической резекции легких (ВТС) выполнена соответственно у 9,1% (n=34) и 9,1% (n=34) больных. Другие виды биопсий (биопсия периферических лимфатических узлов, кожи, плевры) применялись редко (2,9%, n=11). Структура методов забора биопсийного материала представлена на рисунке 5.

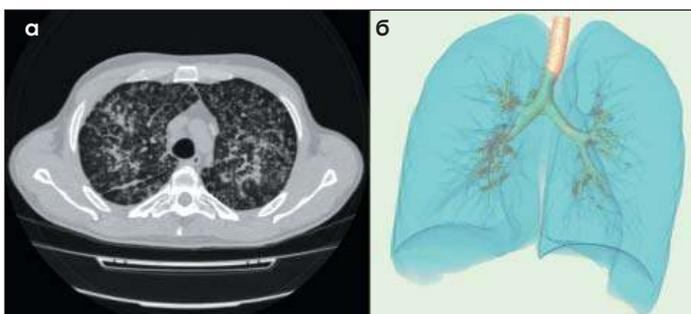


Рис. 1. Преобразование КТ-данных в формате DICOM (а) в 3D-модель органов грудной клетки (б)

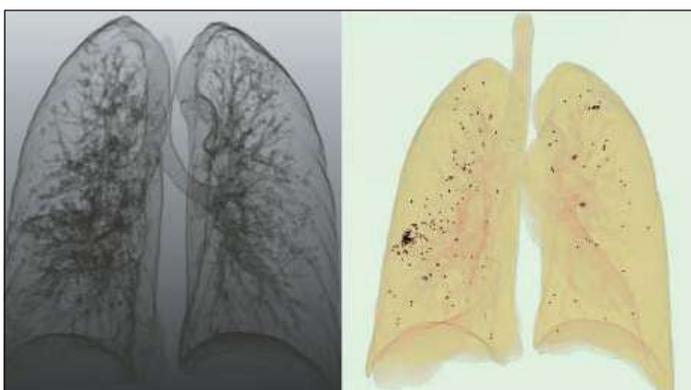


Рис. 2. 3D-модель легких с элементами диссеминации без подкраски (черно-белое и цветное изображение)

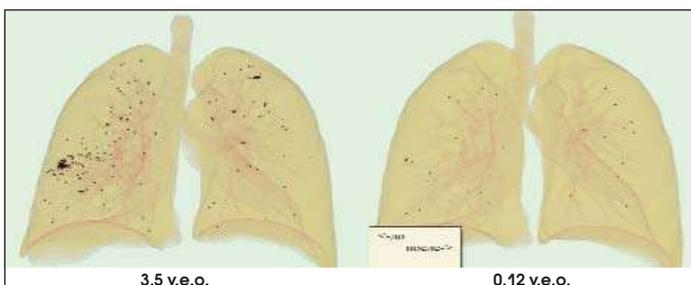


Рис. 3. Подсчет объема пораженной ткани до и после лечения

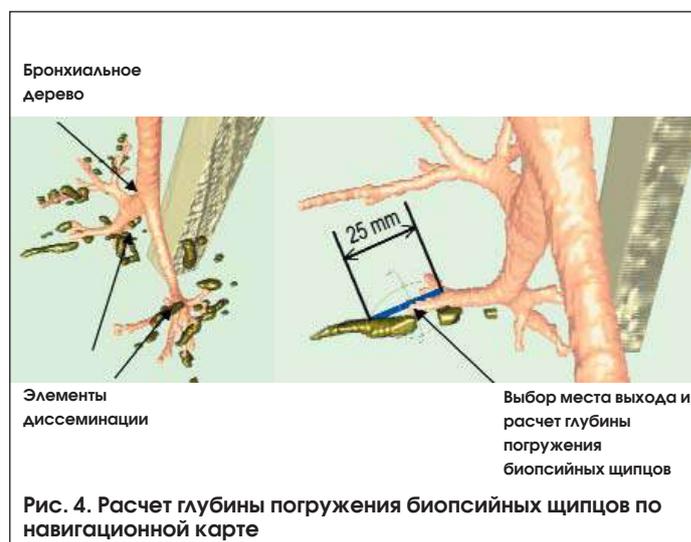


Рис. 4. Расчет глубины погружения биопсийных щипцов по навигационной карте

Таблица 1. Структура расхождений направительного и клинического диагнозов

Направительный диагноз	Клинический диагноз																	
	Диссеминированный туберкулез		Саркоидоз		ИПП		Канцероматоз		Пневмокозиозы		Редкие заболевания <sup>1</sup>		ВИЧ <sup>2</sup>		Ревматические болезни <sup>3</sup>		Нозология не установлена	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Диссеминированный туберкулез, n=131	9	6,9	84	64,1	23	17,6	9	6,9	1	0,8	3	2,3	0	0,0	2	1,5	0	0,0
Саркоидоз, n=133	1	0,8	130	97,7	2	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ИПП, n=41	0	0,0	3	7,3	35	85,4	2	4,9	0	0,0	1	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Канцероматоз, n=23	5	21,7	9	39,1	0	0,0	9	39,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Пневмокозиозы, n=7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	42,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	57,1
Редкие заболевания <sup>1</sup> , n=9	1	11,1	0	0,0	1	11,1	0	0,0	0	0,0	7	77,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ВИЧ <sup>2</sup> , n=5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	100,0	0	0,0	0	0,0
Ревматические болезни <sup>3</sup> , n=2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	100,0	0	0,0
Нозология не уточнена, n=36	1	2,8	24	66,7	0	0,0	0	0,0	4	11,1	0	0,0	0	0,0	1	2,8	6	16,7
Прочие заболевания <sup>4</sup> , n=72	2	2,8	23	31,9	35	48,6	5	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	9,7	0	0,0
Итого, n=459	19	4,1	273	59,5	96	20,9	25	5,4	8	1,7	11	2,4	5	1,1	12	2,6	10	2,2

<sup>1</sup> Гистiocитоз Х, альвеолярный протеиноз, лейомиоматоз; <sup>2</sup> диссеминированный туберкулез в сочетании с пневмонией, вызванной *Pneumocystis carinii*; <sup>3</sup> системная красная волчанка, васкулиты, ревматоидный артрит; <sup>4</sup> заболевания преимущественно группы ХОБЛ

В большинстве случаев ТББЛ была информативна при канцероматозе и саркоидозе – у 85,7 и 57,9% пациентов соответственно. При диссеминированном туберкулезе легких и ИИП частота морфологической верификации была значительно ниже и составила 20,0 и 30,3% больных соответственно. При пневмокозиозах диагноз был подтвержден у 33,3% пациентов. При альвеолярном протеинозе морфологическая верификация составила 100%, однако из-за небольшого количества случаев (3) эти данные не являются статистически значимыми. В группе ревматических болезней и при сочетании ДПЛ с ВИЧ морфологически подтвердить диагноз не удалось. Диагностическая информативность ТББЛ при различных нозологиях приведена в таблице 2.

Таким образом, по нашим данным, диагностическая информативность ТББЛ – одного из широко применяемых методов диагностики ДПЛ – недостаточно высока, в т. ч. при наиболее часто встречающейся патологии легких – саркоидозе и диссеминированном туберкулезе легких (см. табл. 1). Это определило необходимость совершенствования проводимой «вслепую» стандартной методики ТББЛ, а именно на основе 3D-моделирования органов дыхания и построения виртуальной навигационной карты для оптимизации выбора места биопсии.

Мы пришли к выводу, что при выполнении ТББЛ применение 3D-моделирования позволяет измерить и объективно оценить объем пораженной ткани и динамику течения заболевания при ДПЛ, а применение 3D-навигации повышает шанс получить информативный материал в 1,6 раза в сравнении с традиционной ТББЛ. Этот вывод подтверждается тем, что материал, на основе которого установлен диагноз, получен у 90% (n=18) пациентов. Во всех случаях при морфологическом исследовании в материале были выявлены изменения, наиболее характерные для саркоидоза, в виде эпителиоидно-клеточных гранул без некроза. Не удалось получить измененную легочную ткань у 10% (n=2) пациентов. У этих пациентов была исследована респираторная ткань – без патологических изменений.

#### Сравнение информативности традиционной ТББЛ и ТББЛ с 3D-навигацией

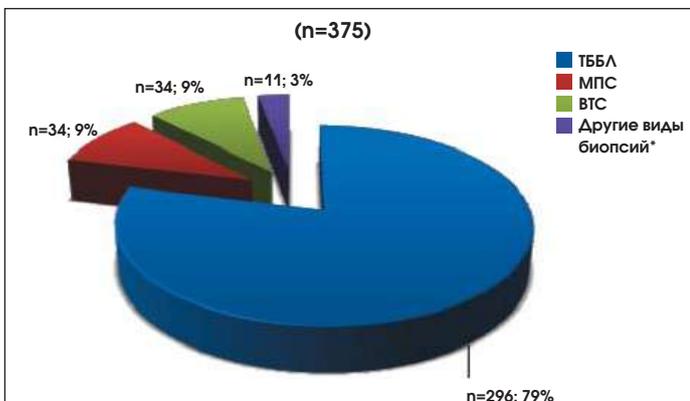
Для сравнения информативности традиционной ТББЛ и ТББЛ с 3D-навигацией у пациентов с ДПЛ проанализировано 50 биоптатов ткани легкого, полученных при ТББЛ. Результаты сравнения представлены в таблице 3.

Шанс получения информативного материала во 2-й группе равен 1,125. Шанс получения информативного материала в 3-й группе – 0,143. Статистическая достоверность:  $p < 0,05$ . Стандартная ошибка отношения шансов – 0,83. Отношение шансов – 7,875, (ДИ 95%: 1,547; 40,092). Относительный риск – 1,688 (ДИ 95%: 1,171; 2,431). Стандартная ошибка относительного риска – 0,186.

#### Выводы

1. Наибольшее число диагностических ошибок зарегистрировано в случаях дифференциальной диагностики туберкулеза и саркоидоза, что обусловле-

но гипердиагностикой диссеминированного туберкулеза. После обследования в клинике направительный диагноз «диссеминированный туберкулез» был изменен у 93,3% пациентов. Обратной закономерности не наблюдалось: в группе пациентов с направительным диагнозом «саркоидоз» процент расхождений составил 2,3% (см. табл. 1).



**Рис. 5. Структура инвазивных диагностических вмешательств в исследуемых группах**  
Примечание. ТББЛ – трансбронхиальная биопсия легких; МПС – медиастиноплевроскопия; ВТС – видеоторакоскопическая резекция легких.  
\* биопсия кожи – 2; биопсия периферических лимфатических узлов – 5; биопсия плевры – 4

**Таблица 2. Диагностическая информативность ТББЛ при различных нозологиях, сопровождающихся ДПЛ**

Диагноз	Кол-во информативных ТББЛ, %
Диссеминированный туберкулез	20,0
Пневмокозиозы	33,3
Пневмоцистная пневмония +В20*+туберкулез	0
Саркоидоз	57,9
Канцероматоз	85,7
ИПП	30,3
Ревматические болезни	0
Альвеолярный протеиноз	100,0
Всего	54,4

\* класс МКБ-10

**Таблица 3. Сравнение информативности традиционной ТББЛ и ТББЛ с 3D-навигацией у пациентов с ДПЛ**

Метод исследования	Результат		Сумма по строке
	Наличие патологически измененной легочной ткани	Неизменная легочная ткань	
	абс.	абс.	
ТББЛ с 3D-навигацией (2-я группа)	18	2	20
Традиционная ТББЛ (3-я группа)	16	14	30
Сумма	34	16	50

2. По нашим данным, в структуре инвазивных диагностических вмешательств преобладает ТББЛ, однако полученный для гистологического исследования материал неинформативен в 46,6% из-за малого размера биоптата и «слепого» проведения манипуляции.

3. Использование индивидуальной виртуальной навигационной карты, построенной на основании данных КТ органов грудной клетки, позволяет получать информативный биоматериал при проведении ТББЛ в 1,69 раза чаще, чем при традиционной ТББЛ, что приводит к снижению сроков пребывания пациента в стационаре, диагностической нагрузки и расходов медицинской организации на оказание помощи больному при диссеминированном поражении легких.

**Литература**

1. Котляров П.М., Юдин А.Л., Георгиади С.Г. Дифференциальная рентгенодиагностика диффузных заболеваний легких. Часть 1 // Мед. визуализация. 2003. № 4. С. 20–28 [Kotlyarov P.M., Judin A.L., Georgiadi S.G. Diferencial'naja rentgenodiagnostika diffuznyh zabolevanij legkih. Chast' 1 // Med. vizualizacija. 2003. № 4. S. 20–28 (in Russian)].
2. Шмелев Е.И. Дифференциальная диагностика диссеминированных заболеваний легких неопухолевой природы // PMЖ. Т. 9. 2001. № 21 [Shmelev E.I. Diferencial'naja diagnostika disseminirovannyh zabolevanij legkih neopuholevoj prirody // RMZh. T. 9. 2001. № 21 (in Russian)].
3. Spagnolo Paolo, Tonelli Roberto, Cocconcelli Elisabetta, Stefani Alessandro, Richeldi Luca. Idiopathic pulmonary fibrosis: diagnostic pitfalls and therapeutic challenges // Multidisciplinary respiratory medicine. 2012. Vol. 7(1). P. 42. doi:10.1186/2049-6958-7-42.
4. Авдеев С.Н. Идиопатический легочный фиброз // Пульмонология. 2015. Т. 25. № 5. С. 600–609 [Avdееv S.N. Idiopaticeskij legochnyj fibroz // Pul'monologija. 2015. T. 25. № 5. S. 600–609 (in Russian)].
5. Ершова К.И., Терпигорев С.А., Кузмичев В.А., Мазурин В.С., Шабаро В.Л. Оценка эффективности различных методов биопсии легкого внутригрудных лимфоузлов при саркоидозе // Альманах клинической медицины. 2011. Вып. 25 [Ershova K.I., Terpigorev S.A., Kuzmichev V.A., Mazurin V.S., Shabaro V.L. Ocenka jeffektivnosti razlichnyh metodov biopsii legkogo vnutrigrudnyh limfouzlov pri sarkoidoze // Al'manah klinicheskoy mediciny. 2011. Vyp. 25 (in Russian)].
6. Koontz C.H., Joyner L.R., Nelson R.A. Transbronchial lung biopsy via the fiberoptic bronchoscope in sarcoidosis // Ann. Intern. Med. 1976. V. 85. P. 64–66.
7. Interstitial Lung Diseases // European Respiratory Society Monograph. 2009. Vol. 46. doi: 10.1183/1025448x.ERM4609.
8. Амосов В.И. Лучевая диагностика редких интерстициальных заболеваний легких // Торакальная радиология: сб. тр. конгресса. СПб., 2012. С. 222–226 [Amosov V.I. Luchevaja diagnostika redkih intersticial'nyh zabolevanij legkih // Torakal'naja radiologija: sb. trudov kongressa. SPb., 2012. S. 222–226 (in Russian)].
9. Амосов В.И., Сперанская А.А. Лучевая диагностика интерстициальных заболеваний легких // СПб. 2015. С. 8–47 [Amosov V.I., Speranskaja A.A. Luchevaja diagnostika intersticial'nyh zabolevanij legkih // SPb. 2015. S. 8–47 (in Russian)].
10. Интерстициальные заболевания легких: руководство для врачей / под ред. М.М. Ильковича, А.Н. Кокосова. СПб.: Нордмедиздат, 2005. С. 288–328 [Intersticial'nye zabolevanija legkih: rukovodstvo dlja vrachej // pod red. M.M. Il'kovicha, A.N. Kokosova. SPb.: Nordmedizdat, S. 288–328 (in Russian)].
11. Карепина Н., Посаженикова С., Перфильев А. и др. Диагностические ошибки при инфильтративных изменениях легких // Врач. 2015. № 7. С. 59–64 [Karepina N., Posazhennikova S., Perfil'ev A. i dr. Diagnosticheskie oshibki pri infiltrativnyh izmenenijah legkih // Vrach. 2015. № 7. S. 59–64 (in Russian)].
12. Филатова Е.А., Репин Д.В., Савельев А.В., Скорняков С.Н., Черняев Е.А., Гольдштейн С.Л., Маркина С.Э., Гайниязов И.М. Патент на промышленный образец № 90058 от 16.09.2014. Схема алгоритма подсчета объема измененной ткани при диссеминированном поражении легких (ДПЛ) с применением метода трехмерной реконструкции. УНИИФ, УрФУ [Filatova E.A., Repin D.V., Savel'ev A.V., Skornjakov S.N., Chernjaev E.A., Gol'dshtejn S.L., Markina S.Je., Gajnijarov I.M. Patent na promyshlennyj obrazec № 90058 ot 16.09.14. Shema algoritma podscheta objema izmenennoj tkani pri disseminirovannom porazhenii legkih (DPL) s primeneniem metoda trehmernoj rekonstrukcii. UNIF, UrFU (in Russian)].
13. Гайниязов И.М., Маркина С.Э. Метод выявления диссеминированных поражений легких и их количественная оценка [Электронный ресурс] // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. VII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 7. URL: <http://sibac.info/archive/technic/7.pdf> (дата обращения: 15.12.2015) [Gajnijarov I.M., Markina S.Je. Metod vyjavlenija disseminirovannyh porazhenij legkih i ih kolichestvennaja ocenka // Nauchnoe soobshhestvo studentov XXI stoletija. tehnicheckie nauki: sb. st. po mat. VII mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf. № 7. URL: <http://sibac.info/archive/technic/7.pdf> (in Russian)].