

Л.Д.Кириухина<sup>1</sup>, П.В.Гаврилов<sup>1</sup>, И.Б.Савин<sup>1</sup>, О.А.Тамм<sup>1</sup>, О.С.Володич<sup>1</sup>, М.В.Павлова<sup>1</sup>, Л.И.Арчакова<sup>1,2</sup>,  
Э.К.Зильбер<sup>1</sup>, П.К.Яблонский<sup>1,2</sup>

## Вентиляционная и газообменная функции легких у больных с локальными формами туберкулеза легких

1 – ФГБУ "Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии" Минздрава России: 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр-т, 2–4;

2 – ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет": 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

*L.D.Kiryukhina, P.V.Gavrilov, I.B.Savin, O.A.Tamm, O.S.Volodich, M.V.Pavlova, L.I.Archakova, E.K.Zilber, P.K.Yablonsky*

## Ventilation and gas exchange in patients with local forms of pulmonary tuberculosis

### Summary

The aim of the study was to evaluate pulmonary function in patients with local forms of pulmonary tuberculosis. Ninety three patients with pulmonary tuberculosis and lesion extension  $\geq 3$  lung segments according to results of lung computed tomography (CT) were included in the study, of them, 21 patients with pulmonary infiltrates, 44 patients with tuberculoma, and 28 patients with cavitation. Spirometry, body plethysmography, measurement of single-breathe diffusion capacity of the lungs for carbon monoxide were performed in all the patients, additionally, perfusion scintigraphy of the lungs was performed in subgroup of 31 patients. Only 21 patients (23 %) had airflow limitation; 24 patients (26 %) had lung hyperinflation with residual volume 140 to 199 % pred. Most of patients (87 %) had reduced lung diffusion capacity; 6 patients with normal diffusion had decreased transfer-coefficient. Spearman's correlation analysis showed significant relationship between ventilation disorders and morphological features of lung lesions in CT scans. Diffusion capacity was significantly associated with morphological disorders of the lungs and with pulmonary capillary blood flow disorders according to perfusion scintigraphy results.

**Key words:** lung tuberculosis, lung function, diffusion capacity, computed tomography, perfusion scintigraphy.

### Резюме

Проведен анализ вентиляционной и газообменной функций легких у пациентов с ограниченными формами (распространенность поражения по данным компьютерной томографии (КТ)  $\geq 3$  сегментов) туберкулеза легких (ТЛ). У пациентов диагностирован инфильтративный ТЛ ( $n = 21$ ), туберкулема легких ( $n = 44$ ) и кавернозный ТЛ ( $n = 28$ ). Всем пациентам было проведено комплексное обследование функции дыхания (спирометрия, бодиплетизмография, исследование диффузионной способности легких (ДСЛ) при задержке дыхания). Выполнена перфузионная скintiграфия легких ( $n = 31$ ). У 23 % больных выявлены невыраженные нарушения проходимости дыхательных путей; у 26 % – признаки легочной гиперинфляции; у 87 % – значимые нарушения газообменной функции легких. Установлена достоверная зависимость изменений параметров, характеризующих вентиляционную функцию легких, от объема наиболее крупной полости, суммарного объема зон распада, поражения плевры и распространенности очагов отсева. ДСЛ также зависит не только от морфологических изменений легких (объема наиболее крупной полости, суммарного объема зон распада, поражения плевры и распространенности очагов отсева) по данным КТ, но и от степени нарушений капиллярного легочного кровотока.

**Ключевые слова:** туберкулез легких, функция дыхания, диффузионная способность легких, компьютерная томография, перфузионная скintiграфия.

Изучение механизмов функциональных нарушений в работе системы внешнего дыхания имеет большое значение для глубокого понимания патогенеза туберкулеза легких (ТЛ). Однако изучение функционального состояния аппарата внешнего дыхания у больных ТЛ чаще всего ограничивалось изучением вентиляционной способности легких методом спирометрии. Комплексный подход при исследовании функции внешнего дыхания (ФВД), включающий оценку не только механики дыхания, но газообменной функции легких, давно применяется в пульмонологии и позволяет выявить характерные синдромы функциональных нарушений в работе системы внешнего дыхания, однако редко используется во фтизиатрии. При помощи стандартно применяемой

для оценки ФВД спирометрии патологические изменения у больных с локальными формами ТЛ часто не выявляются. В то же время при некоторых ограниченных формах ТЛ требуется резекция пораженного участка легких [1]. Тщательное предоперационное обследование больных необходимо для улучшения результатов хирургического лечения ТЛ, т. к. возникновение послеоперационных осложнений часто связано с недооценкой клинко-функционального состояния больного в дооперационном периоде. При решении вопроса о функциональной операбельности больных, нуждающихся в резекции легочной ткани, чрезвычайно важно изучение газообменной функции легких. Доказано, что при предоперационной величине диффузионной способности легких (ДСЛ)

< 60 %<sub>долж.</sub> и расчетной послеоперационной величине ДСЛ < 40 %<sub>долж.</sub> высок риск периоперативной смерти и сердечно-легочных осложнений в послеоперационном периоде после легочной резекции [2, 3]. Поэтому в основу современного алгоритма оценки функциональной операбельности кандидатов на резекцию легких у больных раком легких, кроме параметров спирометрии, входит оценка газообменной функции легких в покое (ДСЛ) и при нагрузке (максимальное потребление кислорода) [4–6].

В немногочисленных публикациях, посвященных исследованию ФВД у больных с ограниченными формами ТЛ, методом спирометрии оценивалась только вентиляционная функция легких [7–9]. В единичных работах изучалась также биомеханика дыхания [10]. Газообменная функция легких у больных ТЛ даже с обширными процессами рассматривается в единичных исследованиях [11, 12]. ДСЛ у больных с локальными формами ТЛ не изучалась.

Целью исследования явилась комплексная оценка вентиляционной и газообменной функций легких у пациентов с ограниченными формами ТЛ и сопоставление полученных данных с результатами исследования структурных изменений легких с помощью компьютерной томографии (КТ) и перфузионной сцинтиграфии легких.

## Материал и методы

Были обследованы больные ТЛ ( $n = 93$ ; средний возраст – 32,7 года; 95%-ный доверительный интервал (ДИ) – 30,5–34,9) с распространенностью поражения  $\geq 3$  сегментов (по данным КТ). У пациентов диагностирован инфильтративный ТЛ в фазе распада с размером инфильтрата  $\geq 5$  см ( $n = 21$ ), туберкулема легких ( $n = 44$ ) и кавернозный туберкулез ( $n = 28$ ). Всем больным было проведено комплексное исследование ФВД (КИ ФВД), включающее спирометрию, бодиплетизмографию и измерение ДСЛ по угарному газу при задержке дыхания. Исследование проводилось на комплексной установке экспертной диагностики ФВД *Master Screen Body Diffusion (Viasys Healthcare, Германия)* в соответствии с критериями корректности выполнения легочных функциональных тестов, предложенных совместной группой экспертов Американского торакального и Европейского респираторного обществ (ATS / ERS) [13–15].

Анализировались общая емкость легких (ОЕЛ), ее структура – жизненная емкость легких (ЖЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), емкость вдоха ( $E_{вд.}$ ), резервный объем выдоха ( $PO_{вд.}$ ) и параметры, характеризующие проходимость дыхательных путей (ПДП) – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду ( $ОФВ_1$ ), отношение  $ОФВ_1$  к форсированной ЖЕЛ выдоха ( $ОФВ_1 / ФЖЕЛ$ ), средняя объемная скорость выдоха между 25-м и 75-м процентилями ФЖЕЛ ( $СОС_{25-75}$ ), бронхиальное сопротивление ( $Raw$ ). Газообменная функция легких оценивалась по ДСЛ и трансфер-коэффициенту по угарному газу – отношению ДСЛ к альвеолярному объему (ДСЛ / АО), проводилась коррекция полученных дан-

ных по гемоглобину. Полученные параметры оценивались согласно рекомендациям по интерпретации легочных функциональных тестов ATS / ERS [16].

Для проведения КТ использовался рентгеновский компьютерный томограф *Toshiba Aquilion 32 (Toshiba, Япония)*.

Для оценки капиллярного легочного кровотока пациентам ( $n = 31$ ) была выполнена перфузионная сцинтиграфия легких по стандартной методике в 4 проекциях с модификацией обработки изображения при использовании *Bright View SPEC Philips Medical System с<sup>99m</sup>Tc-МАА* (Голландия). Оценка сцинтиграмм проводилась по степени нарушения кровотока в легочных капиллярах, локализации и распространенности этих нарушений. Были выделены 3 градации потери капиллярного легочного кровотока: незначительные нарушения (потеря кровотока  $\leq 30$  %); выраженные нарушения (потеря кровотока 30–60 %); резко выраженные нарушения (потеря кровотока 60–100 %).

Для анализа полученных данных использовались методы описательной статистики и непараметрический корреляционный анализ Спирмена (расчет рангового коэффициента корреляции – ( $r$ ), *Statistica 6.0*.

## Результаты

При помощи анализа данных КИ ФВД (табл. 1) показано, что средние значения параметров ПДП находились в пределах физиологической нормы. У 21 (23 %) пациента при индивидуальном анализе были выявлены нарушения ПДП, в т. ч. легкие ( $n = 19$ ) и умеренные ( $n = 2$ ). Достоверные признаки бронхоспазма отмечены у 2 пациентов; стаж курения у 76 % пациентов с нарушениями ПДП – 10–60 пачко-лет, что, как показано в литературе, приводит к снижению уровня  $ОФВ_1$  по сравнению с некурящими [17]. Анализ объемов легких показал, что средние значения ОЕЛ и ЖЕЛ находились в пределах нормы, а ООЛ имел тенденцию к повышению. Путем индивидуального анализа у 24 (26 %) обследованных выявлено повышение ООЛ  $> 140$  %<sub>долж.</sub>. Только у 6 пациентов с выявленной гиперинфляцией легких имелись нарушения ПДП, все они были курильщиками со стажем курения  $> 10$  лет, у 5 из них

Таблица 1  
Параметры КИ ФВД ( $n = 93$ )

Показатели	Среднее, М	95%-ный ДИ	
		min	max
ОЕЛ, % <sub>долж.</sub>	109,6	107,3	112,0
ЖЕЛ, % <sub>долж.</sub>	104,0	101,0	107,0
ООЛ, % <sub>долж.</sub>	129,7	125,0	134,5
Raw, кПа / л / с	0,23	0,21	0,25
ОФВ <sub>1</sub> , % <sub>долж.</sub>	99,6	96,6	102,6
ОФВ <sub>1</sub> / ФЖЕЛ, %	81,1	79,4	82,7
СОС <sub>25-75</sub> , % <sub>долж.</sub>	76,9	72,4	81,5
ДСЛ, % <sub>долж.</sub>	72,3	70,2	74,4
ДСЛ / АО, % <sub>долж.</sub>	74,5	72,3	76,7

**Таблица 2**  
**Корреляционная зависимость показателей**  
**КИ ФВД и данных КТ у больных**  
**с ограниченными формами ТЛ ( $p < 0,05$ )**

Показатель, %долж.	Объем наиболее крупной полости	Суммарный объем зон распада	Поражение плевры	Очаги отсева
ОЕЛ	-0,43	-0,44	-0,24	-
ЖЕЛ	-0,67	-0,66	-0,24	-0,27
$E_{вд.}$	-0,72	-0,73	-	-0,33
ООЛ / ОЕЛ	0,50	0,48	-	-
ОФВ <sub>1</sub>	-0,59	-0,55	-0,40	-0,38
ДСЛ	-0,45	-0,46	-0,23	-0,26
ДСЛ / АО	-0,31	-0,34	-	-

отмечено  $ОФВ_1 / ФЖЕЛ < 70 \%$ , что свидетельствует о формировании хронической обструктивной болезни легких, однако у остальных пациентов ( $n = 18$ ) признаков таковой не отмечено. Большинство из них – люди молодого возраста (16–30 лет). Причина развития гиперинфляции у этих лиц требует дальнейшего изучения.

Несмотря на то, что значимых нарушений вентиляционной функции легких у пациентов с ограниченными формами ТЛ не обнаружено, средние значения ДСЛ и трансфер-коэффициента были снижены. При индивидуальном анализе у 87 % обследованных были выявлены нарушения газообменной функции легких (снижение ДСЛ) различной степени выраженности: у 69 (74 %) – умеренное (78–61 %<sub>долж.</sub>), у 6 – значительное (50–59 %<sub>долж.</sub>). У 6 больных с нормальными значениями ДСЛ наблюдалось умеренное снижение трансфер-коэффициента, отражающее недостаточность газообменной функции легких в имеющемся альвеолярном объеме.

При проведении корреляционного анализа (табл. 2) выявлена зависимость таких вентиляционных параметров, как ОЕЛ, ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub> и ДСЛ, характеризующей газообменную функцию легких, от объема наиболее крупной полости, суммарного объема зон распада, поражения плевры и распространенности очагов отсева по данным КТ. При повышении объема пораженных участков легких также достоверно снижается  $E_{вд.}$  и повышается доля ООЛ в структуре ОЕЛ.

При сопоставлении данных КИ ФВД и перфузионной сцинтиграфии легких оказалось, что со снижением легочного кровотока в зоне поражения повышается  $R_{aw}$  ( $r = 0,36$ ,  $p < 0,05$ ), снижается  $PO_{ввд.}$  ( $r = -0,36$ ,  $p < 0,05$ ) и ДСЛ ( $r = -0,40$ ,  $p < 0,05$ ). Следует отметить, что при помощи перфузионной сцинтиграфии выявлено снижение легочного капиллярного кровотока не только в очаге поражения – у 97 % обследованных перфузионные нарушения меньшей степени выраженности наблюдались в зонах, превышающих очаг поражения, в т. ч. у всех пациентов были найдены изменения перфузии и в контралатеральном легком.

## Заключение

Невыраженные нарушения вентиляционной функции легких были выявлены только у 23 % пациентов с ограниченными формами ТЛ. По данным исследования ДСЛ значимое снижение газообменной функции легких выявлено у 87 % обследованных, не имеющих даже нарушений вентиляционной функции легких.

Изменение параметров, характеризующих вентиляционную и газообменную функции легких (ОЕЛ, ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ДСЛ) имеет достоверную зависимость от выраженности морфологических изменений легких – объема наиболее крупной полости, суммарного объема зон распада, поражения плевры и распространенности очагов отсева; ДСЛ также зависит от выраженности нарушений капиллярного кровотока в легких.

Снижение газообменной функции легких, определяемое с помощью оценки ДСЛ, может наблюдаться у пациентов с ограниченными формами ТЛ даже без нарушений вентиляционной функции легких, поэтому целесообразно учитывать величину ДСЛ при оценке функционального состояния больных ТЛ не только с обширным поражением, но и с локальными формами. Особенно это важно при предоперационной оценке больных ТЛ, нуждающихся в резекции легочной ткани.

## Литература

1. Левашев Ю.Н., Репин Ю.М. (ред.). Руководство по легочному и внелегочному туберкулезу. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2006.
2. Bolliger C.T., Perruchoud A.P. Functional evaluation of the lung resection candidate. Eur. Respir. J. 1998; 11: 198–212.
3. Ferguson M.K., Vigneswaran W.T. Diffusing capacity predicts morbidity after lung resection in patients without obstructive lung disease. Ann. Thorac. Surg. 2008; 48 (1): 1158–1164.
4. Fleisher L.A., Beckman J.A., Brown K.A. et al. ACC / AHA 2007 Guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. J. Am. Coll. Cardiol. 2007; 50 (17): e159–e241.
5. Brunelli A., Charloux A., Bolliger C.T. et al. ERS / ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). Eur. Respir. J. 2009; 34 (1): 1–25.
6. Armstrong P., Congleton J., Fountain S.W. et al. Guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery. British Thoracic Society and Society of Cardiothoracic Surgeons of Great Britain and Ireland Working Party (BTS). Thorax 2001; 56: 89–108.
7. Крохалева Л.Л. Функция внешнего дыхания, оксигенация и кислотно-щелочное состояние артериальной крови у больных ограниченными формами туберкулеза легких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1982.
8. Репин Ю.М. Хирургия отягощенных форм туберкулеза легких. Л.: Медицина, 1984.
9. Савин И.Б. Радионуклидная диагностика морфофункциональных нарушений при легочном и внелегочном туберкулезу: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2011.

10. Стрелис А.К., Иванов С.Н., Бородулин В.Г. Биомеханика дыхания и состояние капиллярного кровотока легких у больных туберкулезом. Пробл. туб. 1985; 10: 20–23.
  11. Смирнова Д.Г. Изменение функционального состояния легких у больных деструктивным туберкулезом в процессе химиотерапии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1987.
  12. Long R., Maycher B., Dhar A. et al. Pulmonary tuberculosis treated with directly observed therapy: serial changes in lung structure and function. Chest 1998; 113: 933–943.
  13. Wanger J., Clausen J. L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. Eur. Respir. J. 2005; 26: 511–522.
  14. MacIntyre N., Crapo R.O., Viegi G. et al. Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. Eur. Respir. J. 2005; 26: 720–735.
  15. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V. et al. Standardisation of spirometry. Eur. Respir. J. 2005; 26: 319–338.
  16. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur. Respir. J. 2005; 26: 948–968.
  17. Козырев А.Г., Суховская О.А. Оценка статуса курения у больных бронхиальной астмой. Бол. органов дыхания 2009; 1: 18–23.
- Гаврилов Павел Владимирович – к. м. н., руководитель отдела инструментальной диагностики, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: (812) 275-67-14; e-mail: spbniifrentgen@mail.ru  
Савин Игорь Борисович – д. м. н., зав. лабораторией радионуклидной диагностики, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: (812) 297-54-46; e-mail: sava-doc2011@yandex.ru  
Тамм Олеся Александровна – мл. научный сотрудник лаборатории функциональных методов исследования, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: (7921) 630-40-14; e-mail: ospb@rambler.ru  
Володич Ольга Станиславовна – мл. научный сотрудник отделения дифференциальной диагностики заболеваний легких и средостения, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: (812) 579-22-22; e-mail: ovodich@mail.ru  
Павлова Мария Васильевна – д. м. н., профессор, руководитель отделения терапии туберкулеза легких, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: (812) 579-25-06; e-mail: mvpravlova2011@mail.ru  
Арчакова Людмила Ивановна – д. м. н., зав. отделением терапии туберкулеза легких, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России, доцент, выполняющий лечебную работу на кафедре госпитальной терапии ФГБОУ ВПО "СПбГУ"; тел.: (812) 579-25-06; e-mail: spbniif\_a@mail.ru  
Зильбер Эльмира Курбановна – д. м. н., зам. директора по научной работе ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: (812) 579-24-23; e-mail: zilber@spbniif.ru  
Яблонский Петр Казимирович – д. м. н., профессор, директор ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России, декан медицинского факультета ФГБОУ ВПО "СПбГУ"; тел.: (812) 579-25-54; e-mail: glhirurgb2@mail.ru

#### Информация об авторах

Кирюхина Лариса Дмитриевна – к. м. н., зав. лабораторией функциональных методов исследования, ФГБУ "Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии" Минздрава России; тел.: +79219215680; e-mail: kiruhina\_larisa@mail.ru

Поступила 12.11.13  
© Коллектив авторов, 2013  
**УДК 616.24-002.5-092**