

УДК 616.24-073: 002.5-616.24-007

# Анализ особенностей структурных изменений при компьютерной томографии у больных туберкулезом легких в сочетании с хронической обструктивной болезнью легких

Л.А. Михайлов, И.А. Баулин, О.С. Володич

ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии»  
Минздрава России

## The analysis of features of structural changes by computer tomography in patients with lung tuberculosis in combination with chronic obstructive pulmonary disease

L.A. Mikhailov, I.A. Baulin, O.S. Volodich

FSBI «St.-Petersburg Research Institute for Phthisiopulmonology» at the Ministry of Health of the Russian Federation

### Резюме

Наличие эмфиземы легких и ее подтипы могут быть визуализированы при компьютерной томографии легких (КТ). Однако особенности специфических и эмфизематозных изменений легких у больных туберкулезом в сочетании с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и их влияние на функциональные возможности системы дыхания изучены недостаточно. Были обследованы 117 пациентов с наиболее распространенными формами туберкулеза легких, среди них 23 пациента с клиническими признаками ХОБЛ и 94 — без сопутствующей респираторной патологии. Изучены особенности специфических структурных изменений легких, наличие эмфиземы и ее подтипы по данным КТ, проведено комплексное исследование функции внешнего дыхания, включавшее спирометрию с бронхолитической пробой, бодиплетизмографию, исследование диффузионной способности легких. Выявлено, что у пациентов с клиническими признаками ХОБЛ достоверно чаще

преобладали распространенные специфические изменения, встречался больший объем специфического поражения и деструкции по сравнению с пациентами, у которых туберкулез легких не сочетался с ХОБЛ. Выраженность эмфизематозных изменений была достоверно выше у пациентов с наличием ХОБЛ, среди вариантов эмфизематозных изменений преобладали смешанный и панлобулярный. При анализе распространенности эмфизематозных изменений при разных типах эмфиземы было выявлено, что у больных туберкулезом легких наибольший объем эмфизематозных изменений с высокой степенью достоверности определялся при наиболее тяжелом панлобулярном типе. Увеличение объема эмфизематозных изменений оказывало выраженное негативное влияние на вентиляционные возможности пациентов: проходимость дыхательных путей ухудшалась не только при форсированном выдохе, но и при спокойном дыхании — повышалось бронхиальное сопротивление, по данным бодиплетизмографии, снижалась жизненная емкость

легких, нарастала гиперинфляция, ухудшался легочный газообмен.

**Ключевые слова:** туберкулез; ХОБЛ; компьютерная томография; функциональные исследования внешнего дыхания.

### Summary

Pulmonary emphysema and its subtypes can be defined by visual assessment on high-resolution computed tomography (HR-CT); however, features of lung structural changes on CT in patients with lung tuberculosis in combination with chronic obstructive pulmonary disease and their influence on lung function are not well defined. 117 patients with lung tuberculosis were observed. 23 patients had lung tuberculosis in combination with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), 94 patients were without COPD or other respiratory diseases. HR-CT performed and evaluated for specific changes and em-

physema, and spirometry before and after bronchodilatation, body plethysmography, diffusing capacity of the lung for carbon monoxide were measured. Compared with patients without COPD, individuals with COPD had greater widespread of specific changes and greater volumes of specific focus and destruction. Expressiveness of emphysematous changes was authentically higher in patients with COPD, the mixed and panlobular subtypes were prevailed. The greatest volume of emphysematous changes was in patients with the heaviest subtype of emphysema — panlobular. The increase of emphysematous changes had more expressed negative impact on lung function: airways disorders worsened not only at the forced exhalation, but also at quiet breath, the vital capacity was decreased, the hyperinflation increased, pulmonary gas exchange worsened.

**Keywords:** tuberculosis; COPD; computed tomography; lung function testing.

## Введение

В последние годы остро встает проблема сочетания туберкулеза и хронических неспецифических заболеваний легких (ХНЗЛ). Неспецифические заболевания легких занимают одно из ведущих мест в структуре заболеваемости населения России. Наличие ХНЗЛ является фактором риска возникновения распространенных форм туберкулеза легких (ТЛ), способствует торпидному его течению, медленное и частичное рассасывание инфильтративных явлений приводит к развитию выраженных поствоспалительных пневмосклеротических изменений. Значима роль табакокурения при ТЛ [1, 2]. Курят или прекратили курить только перед поступлением в стационар до 68–75% больных туберкулезом [1]. Поэтому ТЛ часто развивается на фоне хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ). Заболеваемость ТЛ у больных ХОБЛ в 3 раза, а при наличии 2-й стадии и более — в 5–6 раз выше, чем у лиц без ХОБЛ [3, 4]. Многие исследователи отмечают синергичное взаимовлияние туберкулеза, курения и ХОБЛ [1, 3, 4–8].

У пациентов, страдающих ХОБЛ, для обнаружения преобладающих патологических процессов в легочной ткани, определения вида и объективной оценки степени их выраженности (на всех стадиях течения заболевания) необходимо проведение компьютерной томографии (КТ) высокого разрешения с применением денситометрии [9, 10]. Объективная оценка эмфиземы методом денситометрии легочной ткани при КТ позволяет установить ее гетерогенность, оценить динамику изменений в легких [11].

Значимость структурных изменений легочной ткани, вызванных ХОБЛ, у больных туберкулезом легких недооценивается. В единичных работах отражается влияние курения на функциональное состояние системы внешнего дыхания у больных ТЛ [6, 12]. Зависимость между выраженностью эмфиземы по данным КТ с применением денситометрии и результатов функционального исследования дыхания у больных ТЛ и ХОБЛ не изучена.

**Цель исследования:** изучить особенности структурных изменений легких по данным компьютерной томографии у больных туберкулезом легких в сочетании с хронической обструктивной болезнью легких.

## Материал и методы

Проанализированы данные лучевого и функционального обследования 117 пациентов (средний возраст  $32,1 \pm 12,9$  года) с различными формами туберкулеза легких (инфильтративный, кавернозный, фиброзно-кавернозный, туберкулемы). По распространенности специфического поражения у 57 пациентов (48,7%) было выявлено локальное поражение (до 3 сегментов), у 60 пациентов (51,3%) процесс был распространенным (больше 3 сегментов). Диагноз туберкулеза во всех случаях верифицирован этиологическими или гистологическими методами. У подавляющего большинства больных — у 85 (72,6%) диагноз верифицирован выделением культуры микобактерий туберкулеза в мокроте, у 32 пациентов (27,3%) — положительной клинико-рентгенологической динамикой процесса на фоне противотуберкулезной терапии.

В зависимости от клинических данных и показателей комплексного обследования функции внешнего дыхания все пациенты были разделены на 2 группы. В группу 1 ( $n=23$ ) вошли пациенты с сочетанием туберкулеза легких и ХОБЛ. Диагноз ХОБЛ был установлен согласно Федеральным клиническим рекомендациям по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких по наличию факторов риска развития ХОБЛ и постбронходилатационного значения отношения объема форсированного выдоха за 1-ю секунду к форсированной жизненной емкости легких (ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ) <70% [13]. Группу 2 ( $n=94$ ) составили пациенты с туберкулезом легких без клинико-функциональных признаков ХОБЛ.

Всем пациентам выполнено обследование органов грудной полости на компьютерных томографах Toshiba Aquilion 32 и Aquilion Prime (Toshiba, Япония) с толщиной среза 1 мм. Мультиспиральные КТ-исследования проводили в положении пациента лежа на спине с заведенными за голову руками. Предварительно выполняли топограмму и определяли зону сканирования от верхней апертуры грудной клетки до реберно-диафрагмальных синусов. Изучение патологических изменений в легких проводилось в стандартном «легочном окне» (-1200/-600 HU). «Мягкотканное окно» (+350/+50 HU) использовали для анализа состояния структур средостения. Дополнительно проводился анализ изменений с применением пакетов прикладных программ Nodule Analysis и Lung Volume Analysis. Пороговым значением для анализа повышенной воздушности ткани легких была величина -940 HU как стандартный параметр, заложенный фирмой-производителем. Оценивали структурные изменения в легких: объем наиболее крупного фокуса, суммарный объем фокусов (мм<sup>3</sup>), суммарный объем зон распада (мм<sup>3</sup>), наличие эмфизематозных изменений, тип эмфиземы.

Всем больным было проведено комплексное исследование функции внешнего дыхания (КИФВД), включающее спирометрию с бронхолитической пробой, бодиплетизмографию и измерение диффузионной способности легких по угарному газу методом одиночного вдоха с задержкой дыхания. Исследование проводилось на комплексной установке экспертной диагностики ФВД MasterScreen Body Diffusion (Viasys Healthcare, Германия) в соответствии с критериями корректности выполнения легочных функциональных тестов, предложенных совместной группой экспертов Американского торакального общества и Европейского респираторного общества (ATS/ERS) [14, 15, 16].

Анализировали общую емкость легких (ОЕЛ), ее структуру — жизненную емкость легких (ЖЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), отношение ООЛ/ОЕЛ и

параметры, характеризующие проходимость дыхательных путей — объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ<sub>1</sub>), отношение ОФВ<sub>1</sub> к форсированной ЖЕЛ выдоха (ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ), среднюю объемную скорость выдоха между 25 и 75% ФЖЕЛ (СОС<sub>25-75</sub>), бронхиальное сопротивление ( $R_{aw}$ ). Легочный газообмен оценивали по диффузионной способности легких (ДСЛ). Полученные параметры сопоставляли с должными величинами, предложенными Европейским обществом угля и стали (1993), и оценивали согласно рекомендациям по интерпретации легочных функциональных тестов ATS/ERS [17].

Из исследования исключались пациенты с использованием коллапсотерапии в комплексном лечении туберкулеза, с резекциями легких в анамнезе, с сочетанием туберкулеза с другими неспецифическими заболеваниями органов дыхания, сахарным диабетом, ВИЧ-инфекцией.

Для анализа полученных данных использовались методы описательной статистики: критерий Стьюдента, критерий согласия  $\chi$ -квадрат и непараметрический корреляционный анализ Спирмена (расчет рангового коэффициента корреляции).

## Результаты и обсуждение

Анализ распространенности туберкулезных изменений в легких выявил, что у пациентов с клиническими признаками ХОБЛ преобладали распространенные изменения, в то время как у пациентов без ХОБЛ специфический процесс чаще был локальным (табл. 1).

Сопоставление объемов специфических изменений показало, что у пациентов с клиническими признаками ХОБЛ объем наиболее крупного фокуса, суммарный объем фокусов и суммарный объем распада достоверно больше по сравнению с контрольной группой.

Эмфизематозные изменения достоверно чаще выявлялись у пациентов с ХОБЛ (61%) по сравнению с пациентами без сочетанной респираторной патологии (31%) (табл. 2). У пациентов с ХОБЛ чаще определялись смешанный тип эмфиземы и наиболее тяжелый вариант — панлобулярная эмфизема, центрилобулярный и парасептальный типы эмфиземы встречались реже. Однако у 39% пациентов с клиническими признаками ХОБЛ при компьютерной томографии с анализом повышенной воздушности легких программой Lung Volume Analysis признаки эмфиземы не выявлены. Эти данные подтверждают тезис, что эмфизематозные изменения не всегда сочетаются с ХОБЛ и являются одним из многих структурных изменений при ХОБЛ [13].

У пациентов без клинических признаков ХОБЛ наиболее часто визуализировались центрилобулярный и смешанный типы эмфиземы, реже определя-

Таблица 1

**Распространенность туберкулезных изменений в легких и объем поражения у пациентов с клиническими признаками ХОБЛ и без ХОБЛ (M±SD)**

Характеристика специфических изменений по данным КТ	Группа 1 (n=23)	Группа 2 (n=94)
Ограниченные изменения, n (%)	4 (17,4%)	53 (56,4%)*
Распространенные изменения, n (%)	19 (82,6%)	41 (43,6%)*
Объем наиболее крупного фокуса, мм <sup>3</sup>	59272,26±67875,97	14697,87±29016,51**
Суммарный объем фокусов, мм <sup>3</sup>	69477,74±69011,61	19432,9±32158,14**
Суммарный объем зоны распада, мм <sup>3</sup>	16022±23411,68	1073,633±4969,19**

\* p&lt;0,0001; \*\* p&lt;0,001.

Таблица 2

**Характер эмфизематозных изменений у пациентов с туберкулезом легких без ХОБЛ и в сочетании с ХОБЛ, n (%)**

Тип эмфизематозных изменений	Группа 1 (n=23)	Группа 2 (n=94)
Центрилобулярный	2 (8,7%)	12 (12,7%)
Парасептальный	2 (8,7%)	6 (6,4%)
Панлобулярный	4 (17,4%)	2 (2,1%)*
Смешанный	6 (26,1%)	9 (9,6%)
КТ-признаки эмфиземы отсутствуют	9 (39,1%)	65 (69,1%)*

\* p&lt;0,01.

лась парасептальная эмфизема и только у 2 пациентов (2,1%) визуализировался наиболее тяжелый — панлобулярный тип эмфиземы. Наличие эмфиземы у пациентов без клинических признаков ХОБЛ может быть обусловлено дисплазией соединительной ткани, о чем свидетельствуют данные работы коллектива авторов [18].

Был рассчитан общий объем эмфизематозных изменений у пациентов с различной распространенностью туберкулезного процесса (табл. 3). У пациентов с распространенным специфическим процессом объем эмфизематозных изменений оказался достоверно больше, чем при локальных поражениях.

Был проанализирован объем эмфизематозных изменений у пациентов с наличием ХОБЛ и без нее (табл. 4). Оказалось, что в группе больных с ХОБЛ объем эмфизематозных изменений более чем в 10 раз

Таблица 3

**Объем эмфизематозных изменений при ограниченном и распространенном туберкулезном процессе в легких (M±SD)**

Распространенность процесса	Количество пациентов	Объем эмфизематозных изменений, % объема легочной ткани
Ограниченные изменения	57	1,089±2,891
Распространенные изменения	60	3,693±6,375*

\*p&lt;0,01.

Таблица 4

**Объем эмфизематозных изменений у пациентов с клинической картиной ХОБЛ и без нее (M±SD)**

Клинические проявления	Количество пациентов	Объем эмфизематозных изменений, % объема легочной ткани
Туберкулез легких в сочетании с ХОБЛ	23	9,552174±7,83749*
Туберкулез легких без клинических признаков ХОБЛ	94	0,669149±1,639632*

\* p&lt;0,001.

превышал таковой в группе пациентов без сочетанной респираторной патологии. Таким образом, именно наличие ХОБЛ играет ведущую роль при формировании эмфизематозных изменений у больных туберкулезом легких, так как и распространенные специфические изменения встречаются чаще у больных с ХОБЛ.

Проведено сравнение объема эмфизематозных изменений при разных типах эмфиземы по данным КТ (табл. 5).

Таблица 5

#### Объем эмфизематозных изменений при КТ при разных типах эмфиземы

Тип эмфиземы	Количество пациентов	Объем эмфизематозных изменений, % объема легочной ткани
Центрилобулярный	14	2,35±1,77
Парасептальный	8	4,05±4,72
Панлобулярный	6	12,8±11,21*
Смешанный	15	4,29±5,94

\*  $p < 0,01$ .

При анализе распространенности эмфизематозных изменений при разных типах эмфиземы было выявлено, что достоверно больший объем изменений наблюдался при самом тяжелом — панлобулярном варианте, наименьший — при центрилобулярной эмфиземе.

Для установления взаимосвязи функциональных изменений внешнего дыхания со структурными изме-

нениями в легких проведено сопоставление данных КИФВД и КТ (табл. 6). Корреляционный анализ данных всей группы обследованных выявил средней силы зависимость параметров механики дыхания и легочного газообмена от объема наиболее крупного фокуса, суммарного объема фокусов, объема зон распада: с увеличением объема специфических изменений ухудшалась проходимость дыхательных путей (ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ, СОС<sub>25-75</sub>), изменялись статические легочные объемы — снижалась ЖЕЛ, увеличивалась гиперинфляция легких (ООЛ, ООЛ/ОЕЛ) с нарастанием не вентилируемого объема легких, ухудшался легочный газообмен (ДСЛ). Однако эмфизематозные изменения оказывали более сильное действие на параметры КИФВД: увеличение объема эмфизематозных изменений негативно влияло на состояние проходимости дыхательных путей не только при форсированном выдохе по данным спирометрии, но и на бронхиальное сопротивление при спокойном дыхании (Raw). С нарастанием эмфизематозных изменений снижалась ЖЕЛ, повышался ООЛ и его доля в структуре ОЕЛ, ухудшался легочный газообмен.

#### Заключение

У пациентов с клиническими признаками ХОБЛ достоверно чаще преобладали распространенные специфические изменения, определялся больший объем фокусов и зон распада по сравнению с пациентами, страдающими туберкулезом легких без признаков ХОБЛ.

Выраженность эмфизематозных изменений была достоверно выше у пациентов с наличием ХОБЛ, од-

Таблица 6

#### Коэффициенты корреляции Спирмена показателей КИФВД и данных компьютерной томографии (n=117, p<0,05)

Параметр ФВД	Объем наиболее крупного фокуса, мм <sup>3</sup>	Суммарный объем фокусов, мм <sup>3</sup>	Объем зоны распада, мм <sup>3</sup>	Объем эмфизематозных изменений, % объема легочной ткани
ОФВ <sub>1</sub> , % д.в.	-0,39	-0,46	-0,42	-0,68
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ, %	-0,39	-0,37	-0,33	-0,71
СОС <sub>25-75</sub> , % д.в.	-0,42	-0,43	-0,36	-0,71
Raw, кПа/л/с	-	-	-	0,51
ЖЕЛ, % д.в.	-0,22	-0,32	-0,37	-0,34
ООЛ, % д.в.	0,34	0,34	0,34	0,55
ООЛ/ОЕЛ, % д.в.	0,32	0,37	0,39	0,51
ДСЛ, % д.в.	-0,30	-0,34	-0,37	-0,49

нако признаки эмфиземы встречались и у пациентов без сопутствующей респираторной патологии. В свою очередь у части пациентов с ХОБЛ отсутствовали эмфизематозные изменения. Эти данные подтверждают тезис о том, что эмфизематозные изменения не всегда сочетаются с ХОБЛ и являются одним из многих структурных изменений в легких. Наличие эмфиземы у пациентов без клинических признаков ХОБЛ может быть обусловлено дисплазией соединительной ткани.

При анализе распространенности эмфизематозных изменений при разных типах эмфиземы было выявлено, что у больных туберкулезом легких наибольший объем эмфизематозных изменений с высокой степенью достоверности определялся при наиболее тяжелом панлобулярном типе.

С увеличением объема специфических изменений ухудшалась проходимость дыхательных путей при

форсированном выдохе, снижалась ЖЕЛ, увеличивалась гиперинфляция легких, ухудшался легочный газообмен.

Увеличение объема эмфизематозных изменений оказывало более выраженное негативное влияние на вентиляционные возможности пациентов: проходимость дыхательных путей ухудшалась не только при форсированном выдохе, но и при спокойном дыхании — повышалось бронхиальное сопротивление по данным бодиплетизмографии, нарастала гиперинфляция со снижением жизненной емкости легких, ухудшался легочный газообмен.

Таким образом, наличие клинических признаков ХОБЛ у пациентов с туберкулезом легких способствует большей выраженности и распространенности специфических поражений, эмфизематозные изменения усугубляют нарушения вентиляционной и газообменной функции легких у больных туберкулезом легких.

## Список литературы

1. Шпрыков А.С. Клинические особенности туберкулеза легких у курящих больных // Туберкулез и болезни легких. — 2011. — № 9. — С. 24–28.
2. Яблонский П.К., Суховская О.А. Табакокурение и туберкулез (обзор литературы) // Туберкулез и болезни легких. — 2012. — № 12. — С. 51–56.
3. Inghammar M., Ekblom A., Engstrom G. COPD and the risk of tuberculosis — a population-based cohort study // ERJ. — 2010. — Vol. 5. — P. 2–7.
4. Inghammar M., Löfdahl C-G., Winqvist N. et al. Impaired pulmonary function and the risk of tuberculosis: a population-based cohort study // ERJ. — 2011. — Vol. 37. — N 5. — P. 1285–1287.
5. Баранчукова А.А., Пушкарева Е.Ю. Хронические обструктивные заболевания легких у больных туберкулезом органов дыхания // Фтизиатрия и пульмонология. — 2011. — № 2. — С. 192–193.
6. Кирюхина Л.Д., Гаврилов П.В., Тамм О.А., Савин И.Б., Арчакова Л.И., Яблонский П.К. Функциональные нарушения внешнего дыхания у больных с туберкулезом легких // Туберкулез и болезни легких. — 2013. — № 1. — С. 28–31.
7. Лушникова А.В., Великая О.В. Туберкулез легких и ХОБЛ // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. — С. 624.
8. Van Zyl-Smit R.N., Brunet L., Pai M., Yew W.W. The convergence of the global smoking, COPD, tuberculosis, HIV, and respiratory infection epidemics // Infect. Dis. Clin. North. Am. — 2010. — Vol. 24, N 3. — P. 693–703.
9. Аверьянов А.В., Поливанов Г.Э. Роль компьютерной томографии в количественной оценке эмфиземы легких у больных ХОБЛ. // Пульмонология. — 2006. — № 5. — С. 97–101.
10. Хрупенкова-Пивень М.В., Проскура М.Ф., Юдин А.Л. Хроническая обструктивная болезнь легких. Компьютерная томография высокого разрешения в диагностике эмфиземы и облитерирующего бронхиолита // Медицинская визуализация. — 2008. — № 1. — С. 77–81.
11. Carretta A. et al. Correlation of computed tomography densitometry and pathological grading of emphysema with the variation of respiratory function after lobectomy for lung cancer // Interact. CardioVasc. Thorac. Surg. — 2010. — Vol. 10, N 6. — P. 914–918.
12. Кирюхина Л.Д., Гаврилов П.В., Савин И.Б., Тамм О.А., Володич О.С., Павлова М.В., Арчакова Л.И., Зильбер Э.К., Яблонский П.К. Вентиляционная и газообменная функции легких у больных с локальными формами туберкулеза легких // Пульмонология. — 2013. — № 6. — С. 65–68.
13. Чучалин А.Г., Авдеев С.Н., Айсанов З.Р., Белевский А.С., Лещенко И.В., Мещерякова Н.Н., Овчаренко С.И., Шмелев Е.И. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких // Пульмонология. — 2014. — № 3. — С. 5–54.
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. — Vol. 26. — P. 720–735.
15. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V. et al. Standardisation of spirometry // Eur. Respir. J. — 2005. — Vol. 26. — P. 319–338.
16. Wanger J., Clausen J.L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes // Eur. Respir. J. — 2005. — Vol. 26. — P. 511–522.
17. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests // Eur. Respir. J. — 2005. — Vol. 26. — P. 948–968.
18. Вершинина М.В., Скрипкин Д.А., Нечаева Г.И., Игнатев Ю.Т., Гринберг Л.М., Орлова Н.И., Аксенов С.И., Дрокина О.В. Компьютерная томография высокого разрешения в диагностике патологии легких при дисплазии соединительной ткани // Пульмонология. — 2013. — № 2. — С. 46–51.

## Bibliography

1. *Shprykov A.S.* Klinicheskie osobennosti tuberkuleza legkikh u kuryashchikh bol'nykh // Tuberkulez i bolezni legkikh. — 2011. — № 9. — S. 24–28.
2. *Yablonskii P.K., Sukhovskaya O.A.* Tabakokurenie i tuberkulez (obzor literatury) // Tuberkulez i bolezni legkikh. — 2012. — № 12. — S. 51–56.
3. *Inghammar M., Ekblom A., Engstrom G.* COPD and the risk of tuberculosis — a population-based cohort study // ERJ. — 2010. — Vol. 5. — P. 2–7. Doi: 10.1371/journal.pone.0010138.
4. *Inghammar M., Löfdahl C-G., Winqvist N.* et al. Impaired pulmonary function and the risk of tuberculosis: a population-based cohort study // ERJ. — 2011. — Vol. 37. — N 5. — P. 1285–1287. Doi: 10.1183/09031936.00091110/
5. *Baranchukova A.A., Pushkareva E.Yu.* Khronicheskie obstruktivnye zabolevaniya legkikh u bol'nykh tuberkulezom organov dykhaniya // Ftiziatriya i pul'monologiya. — 2011. — № 2. — S. 192–193.
6. *Kiryukhina L.D., Gavrilov P.V., Tamm O.A., Savin I.B., Archakova L.I., Yablonskii P.K.* Funktsional'nye narusheniya vneshnego dykhaniya u bol'nykh s tuberkulemoi legkikh // Tuberkulez i bolezni legkikh. — 2013. — № 1. — S. 28–31.
7. *Lushnikova A.V., Velikaya O.V.* Tuberkulez legkikh i KhOBL // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. — 2013. — N 6. — S. 624.
8. *Van Zyl-Smit R.N., Brunet L., Pai M., Yew W.W.* The convergence of the global smoking, COPD, tuberculosis, HIV, and respiratory infection epidemics // Infect. Dis. Clin. North. Am. — 2010. — Vol. 24, N 3. — P. 693-703. Doi: 10.1016/j.idc.2010.04.012.
9. *Aver'yanov A.V., Polivanov G.E.* Rol' komp'yuternoi tomografii v kolichestvennoi otsenke emfizemy legkikh u bol'nykh KhOBL. // Pul'monologiya. — 2006. — № 5. — S. 97–101.
10. *Khrupenkova-Piven' M.V., Proskurina M.F., Yudin A.L.* Khronicheskaya obstruktivnaya bolezni' legkikh. Komp'yuternaya tomografiya vysokogo razresheniya v diagnostike emfizemy i obliteriruyushchego bronkhialita. // Meditsinskaya vizualizatsiya. — 2008. — № 1. — S. 77–81.
11. *Carretta A.* et al. Correlation of computed tomography densitometry and pathological grading of emphysema with the variation of respiratory function after lobectomy for lung cancer // Interact. Cardio Vasc. Thorac. Surg. — 2010. — Vol. 10, N 6. — P. 914–918. Doi: 10.1510/icvts.2009.223974.
12. *Kiryukhina L.D., Gavrilov P.V., Savin I.B., Tamm O.A., Volodich O.S., Pavlova M.V., Archakova L.I., Zil'ber E.K., Yablonskii P.K.* Ventilyatsionnaya i gazoobmennaya funktsii legkikh u bol'nykh s lokal'nymi formami tuberkuleza legkikh // Pul'monologiya. — 2013 — № 6. — S. 65–68.
13. *Chuchalin A.G., Avdeev S.N., Aisanov Z.R., Belevskii A.S., Leshchenko I.V., Meshcheryakova N.N., Ovcharenko S.I., Shmelev E.I.* Federal'nye klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu khronicheskoi obstruktivnoi bolezni legkikh // Pul'monologiya. — 2014. — № 3. — S. 5–54.
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. — Vol. 26. — P. 720–735. Doi: 10.1183/09031936.05.00034905.
15. *Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V.* et al. Standardisation of spirometry // Eur. Respir. J. — 2005. — Vol. 26. — P. 319–338. Doi: 10.1183/09031936.05.00034805.
16. *Wanger J., Clausen J.L., Coates A.* et al. Standardisation of the measurement of lung volumes // Eur. Respir. J. — 2005. — Vol. 26 — P. 511–522. Doi: 10.1183/09031936.05.00035005.
17. *Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V.* et al. Interpretative strategies for lung function tests // Eur. Respir. J. — 2005. — Vol. 26. — P. 948–968. Doi: 10.1183/09031936.05.00035205.
18. *Vershinina M.V., Skripkin D.A., Nechaeva G.I., Ignat'ev Ju.T., Grinberg L.M., Orlova N.I., Aksenov S.I., Drokina O.V.* Komp'yuternaya tomografiya vysokogo razresheniya v diagnostike patologii legkikh pri displazii soedinitel'noi tkani // Pul'monologiya. — 2013. — № 2. — S. 46–51.