

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДН 616-002.5:579.873.21:615.281.873.21-065

DOI 10.21292/2075-1230-2016-94-12-15-19

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИОТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ ПРИ РЕНТГЕНОГРАФИИ И ЦИФРОВОМ ТОМОСИНТЕЗЕ

М. М. НИКИТИН, А. С. ПУЗЬКО, Г. В. РАТОБЫЛЬСКИЙ

Университетская клиническая больница фтизиопульмонологии ПМГМУ им. И. М. Сеченова, Москва

**Цель исследования:** анализ возможностей цифрового томосинтеза (ЦТ) в динамической оценке туберкулезных изменений легких на фоне проводимой химиотерапии.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты контроля эффективности медикаментозного лечения 55 больных туберкулезом органов дыхания с помощью рентгеновских методов. До начала лечения и после 2 мес. курса химиотерапии всем больным выполнены рентгенография и ЦТ с дальнейшей обработкой полученных данных.

**Результаты.** При контроле эффективности медикаментозного лечения туберкулеза легких с помощью ЦТ удалось получить дополнительную диагностическую информацию в 36,4% случаев по сравнению с рентгенографией. Указаны особенности визуализации туберкулезных изменений органов грудной клетки при динамическом наблюдении методом ЦТ, рассмотрены возможности повышения эффективности рентгенологического контроля у данных больных.

**Выводы.** ЦТ позволяет осуществить более достоверную оценку туберкулезных изменений в легких по сравнению с рентгенографией на фоне медикаментозной терапии, что в значительной степени способствует пониманию особенностей течения и регистрации излечения специфического процесса в легких.

**Ключевые слова:** контроль эффективности лечения туберкулеза легких, цифровой томосинтез, рентгенологический контроль лечения туберкулеза, контроль химиотерапии туберкулеза.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF CHEMOTHERAPY EFFICIENCY MONITORING IN PULMONARY TUBERCULOSIS PATIENTS BY X-RAY EXAMINATION AND DIGITAL TOMOSYNTHESIS

M. M. NIKITIN, A. S. PUZKO, G. V. RATOBYSKY

University Clinical Phthisiopulmonology Hospital of I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

**Goal of the study:** to investigate the capabilities of digital tomosynthesis for monitoring of tuberculous changes in the lungs against the background of chemotherapy.

**Materials and methods.** Results of chemotherapy efficiency monitored by X-ray in 55 respiratory tuberculosis patients were analyzed. Before treatment and in 2 months after chemotherapy start all patients had X-ray and DT with consequent analysis of the obtained data.

**Results.** When monitoring the efficiency of drug therapy for pulmonary tuberculosis by DT some additional diagnostic data were obtained in 36,4% of cases compared to X-ray. The article describes specific features of tuberculous changes visualization of the chest with the follow-up of changes by DT; opportunities for X-ray monitoring efficiency enhancement in these patients are presented.

**Conclusions.** DT provides more accurate evaluation of tuberculous changes in the lungs compared to X-ray, which greatly enhances understanding of the course of the disease and registration of the pulmonary disease cure.

**Key words:** monitoring of pulmonary tuberculosis treatment efficiency, digital tomosynthesis, X-ray monitoring of tuberculosis treatment, monitoring of tuberculosis chemotherapy.

Распознавание большинства форм туберкулеза, истолкование их патогенеза и патолого-морфологической сущности, наблюдение за их течением и излечением осуществляются в основном по результатам рентгенологических исследований [1]. К наиболее часто используемым методам лучевой диагностики и контроля эффективности лечения туберкулеза легких относятся рентгенография, компьютерная томография, а также линейная томография, применяемая в последние годы все реже. Интересным и перспективным направлением медицинской визуализации в области респираторной патологии является рентгеновский томосинтез [3]. Об эффективном использовании томосинтеза в обнаружении патологических изменений легких у больных туберкулезом сообщают G. Battezzati

и P. Gollini [4]. Оценка возможностей цифрового томосинтеза (ЦТ) при очаговых изменениях в легких различной природы, в том числе туберкулезе, указана в работах S. H. S. Chou et al., E. Y. Kim et al., M. Sharma et al. [5-7]. Исследователи указывают, что ЦТ имел лучшую диагностическую точность по сравнению с рентгенографией в выявлении легочных поражений, а также относительно небольшую лучевую нагрузку. Учитывая это, применение ЦТ может быть целесообразным при регулярно повторяющихся рентгенологических исследованиях для контроля эффективности курсов химиотерапии. Согласно приказу МЗ РФ № 951 от 29.12.2014 г. [2], рентгенологические исследования пораженного органа (органов) осуществляются со следующей периодичностью: в фазе интенсивной терапии – 1 раз

в 2 мес., в фазе продолжения терапии – каждые 2 мес. при лечении по I, II, III режимам химиотерапии и каждые 3 мес. при лечении по IV и V режимам химиотерапии. При этом выбор определенного рентгенологического метода является совместным решением лечащего врача и врача-рентгенолога в зависимости от формы туберкулезного процесса и иных факторов.

Цель исследования: анализ возможностей ЦТ в динамической оценке туберкулезных изменений легких на фоне проводимой химиотерапии.

### Материалы и методы

В исследование включено 55 впервые выявленных больных с различными формами туберкулеза органов дыхания, находившихся на лечении в УКБ фтизиопульмонологии ПМГМУ им. И. М. Сеченова. У 46/55 (83,6%) больных при помощи микроскопии и культуральных методов диагноз был подтвержден обнаружением возбудителя по клинико-рентгенологическим данным, туберкулез устанавлен у 9/55 (16,4%) человек. Распределение больных по формам туберкулеза было следующим: очаговый – 14/55 (25,5%), инфильтративный – 20/55 (36,4%), диссеминированный – 7/55 (12,7%), кавернозный – 2/55 (3,6%), фиброзно-каверноз-

ный – 6/55 (10,9%), туберкулема – 5/55 (9,1%), туберкулезный плеврит – 1/55 (1,8%).

Среди больных было 25/55 (45,5%) женщин и 30/55 (54,5%) мужчин, возраст колебался от 18 до 65 лет, более 49% (27/55) приходилось на возраст 21 год – 35 лет.

До начала противотуберкулезной терапии всем больным были выполнены рентгенография и ЦТ органов грудной клетки, контрольное исследование проведено через 2 мес.; 12/55 (21,8%) пациентам было выполнено также контрольное рентгенологическое исследование через 4 мес. после начала терапии. Рентгенографию выполняли на рентгенографическом аппарате КАРС-БКС2 (ООО «Мед-Тех»), ЦТ – на рентгенодиагностическом комплексе SONIAL VISION SAFIRE 17RF (Shimadzu) при стандартных параметрах съемки. Лечение всех больных проводили по I режиму в связи с впервые выявленным туберкулезом легких до получения данных об устойчивости возбудителя к лекарственным препаратам первого и второго рядов.

### Результаты исследования

По прошествии 2 мес. химиотерапии контрольное рентгенологическое обследование было выполнено методами ЦТ и рентгенографии (табл.).

**Таблица. Результаты оценки динамики туберкулеза методами рентгенографии и цифрового томосинтеза (n = 55)**

**Table. Results of changes assessment in tuberculosis patients by X-ray and digital tomosynthesis (n=55)**

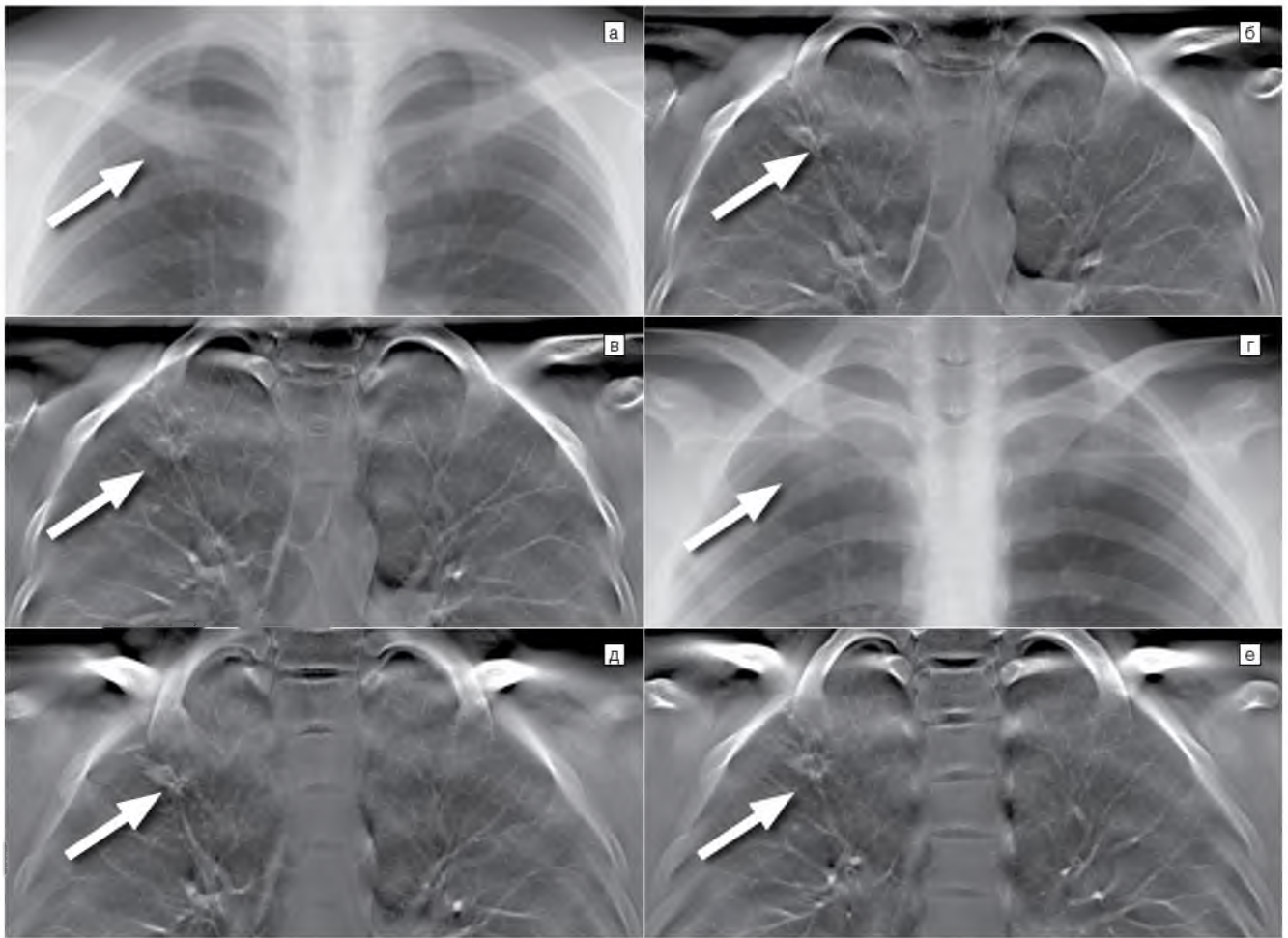
Оценка динамики	Метод исследования		
	рентгенография, абс. (%)	разница, абс.	цифровой томосинтез, абс. (%)
Положительная	34 (61,8%)	7	41 (74,6%)
Отрицательная	2 (3,6%)		2 (3,6%)
Без динамики	19 (34,6%)	10	9 (16,3%)
Разнонаправленная	0 (0%)	3	3 (5,5%)

Данные табл. свидетельствуют, что при ЦТ получена дополнительная информация у 20/55 (36,4%) больных по сравнению с рентгенографией. Наибольшие затруднения при рентгенографии вызывали малые формы туберкулеза, изменения, локализующиеся за тенью ребер, ключицы, структур корней легких, органов средостения, а также длительно прогрессирующие процессы с выраженной склеротической перестройкой легочной паренхимы. При ЦТ более детальная визуализация очагов легких позволила выявить их локализацию, размеры, контуры, структуру, а при исследовании в динамике – точнее оценить изменение их размеров, интенсивности, структуры. При контрольных исследованиях методом ЦТ были зарегистрированы частичное рассасывание и уплотнение очагов, трудно дифференцируемые на рентгенограммах у 9/55 (16,4%) пациентов. У 2 (3,6%) – отмечалась кавернизация в результате отхождения казеозных масс из очагов, также практически не определяемая на рентгенограммах (рис. 1).

Методом ЦТ более отчетливо выявлялись полости распада при кавернозном и фиброзно-кавернозном туберкулезе с возможностью детальной оценки их стенок, размеров полости и состояния перикавитарных тканей (рис. 2). Данный аспект был особенно важен при анализе структур на фоне значительно склерозированных структур легких, вызывавших затруднения при рентгенографии у 2/55 (3,6%) пациентов.

При оценке распространенности, локализации и размеров альвеолярных инфильтратов в легких, которые, как правило, имели среднюю и высокую интенсивность, данные 2 методов практически аналогичны, однако анализ динамики более трудно дифференцируемой интерстициальной инфильтрации при рентгенографии был затруднен у 4/55 (7,3%) пациентов (рис. 3).

При распространенных процессах в легких оценка динамики лечения была в большинстве случаев очевидна, результаты контрольных исследований – обоими методами.



**Рис. 1.** Больная Ш., 18 лет. Очаговый туберкулез верхней доли правого легкого. Фрагмент рентгенограммы органов грудной клетки (ОГК), прямая проекция (а), фрагмент цифрового томосинтеза (ЦТ) ОГК, прямая проекция (б, в). Рентгенологический контроль после 2 мес. курса противотуберкулезной терапии, фрагмент рентгенограммы ОГК, прямая проекция (г), фрагмент ЦТ ОГК, прямая проекция (д, е): а – на фоне ключицы и теней ребер в проекции верхней доли правого легкого отмечается слабоинтенсивное очаговое затемнение, оценка распространенности и структуры очагов затруднена (стрелка); б, в – группа мелких и средних очагов в S2 правого легкого, более крупные из них с видимыми просветами бронхов и признаками частичной кавернизации (стрелка); г – достоверно оценить динамику не представляется возможным (стрелка); д, е – дальнейшая кавернизация отдельных очагов за счет отхождения казеозных масс, а также частичное рассасывание мелких очагов в окружающей легочной ткани (стрелка)

**Fig. 1.** Female patient Sh., 18 y.o. Focal tuberculosis of the upper lobe of the right lung. Part of the chest X-ray (front) (a), part of digital tomosynthesis of the chest, front (б, в). X-ray monitoring in 2 months after start of chemotherapy, part of the chest X-ray (front) (г), part of digital tomosynthesis of the chest, front (д, е). а – against the background of clavicular and costal shadow in the upper lobe of the right lung one can see focal fogging of low intensity, it is difficult to assess dissemination and structure of foci (arrow); б, в – group of minor and medium foci in S2 of the right lung, in the larger foci one can see bronchial lumen and signs of partial cavities (arrow); г – it is impossible to assess changes (arrow); д, е – further formation of cavities in certain foci due to discharge of caseous masses and partial resolution of minor foci in the surrounding lung tissue (arrow)

При этом лишь при ЦТ у 2 (3,6%) больных с хроническим диссеминированным туберкулезом и у 1 (1,8%) – с фиброзно-кавернозным туберкулезом легких на фоне положительной тенденции за счет рассасывания инфильтрации и очагов в легких выявлены также признаки локальных воспалений терминальных бронхов в виде утолщения их стенок, неравномерности просвета и появления перибронхиальной инфильтрации, которые не прослеживались при первичных исследованиях. Именно эти данные позволили расценить динамику как разнонаправленную. Для повышения эффектив-

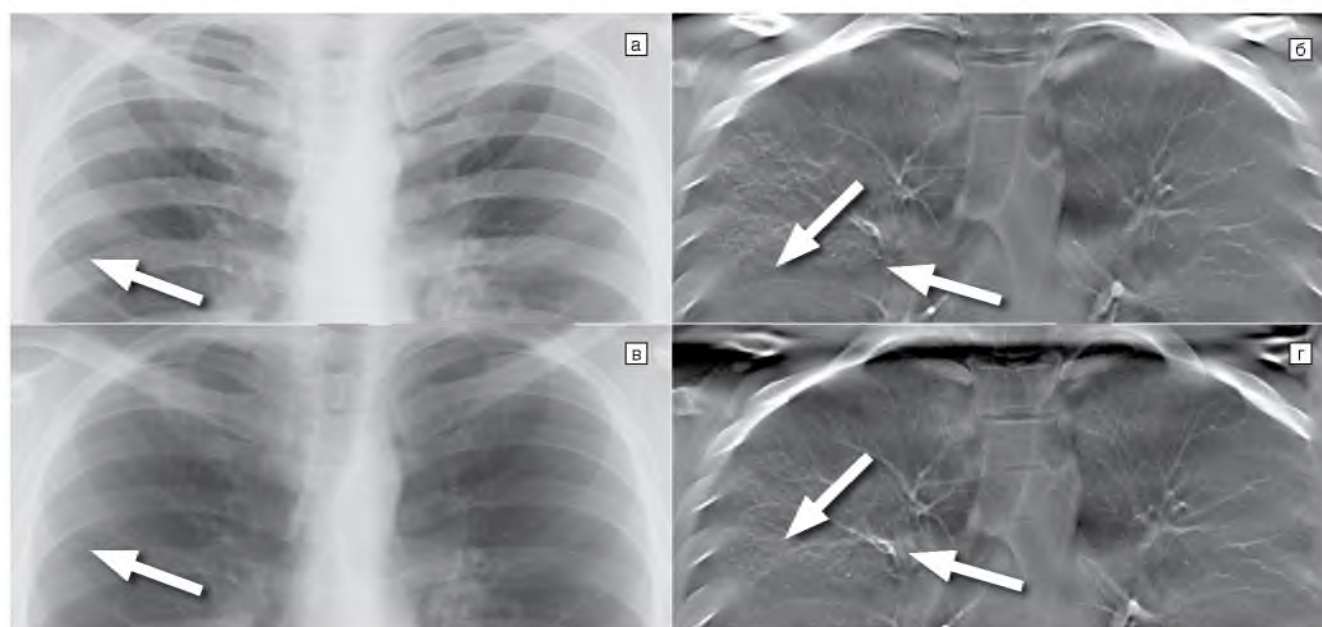
ности рентгенологического контроля при малых формах туберкулеза, а также для определения точной локализации и распространенности процесса целесообразно проводить дополнительное исследование методом томосинтеза в боковой проекции. В ряде случаев боковая проекция позволяет более достоверно оценить зону интереса, однако при этом лучевая нагрузка на пациента возрастает более чем в 2 раза. Имеет смысл проводить боковую проекцию в случаях локализации патологического процесса в средней и нижней зонах легких, тогда как при локализации в верхней зоне дан-



**Рис. 2.** Больной М., 30 лет. Кавернозный туберкулез S2 правого легкого в фазе обсеменения. Фрагмент ЦТ ОГК, прямая проекция (а, б, в). Рентгенологический контроль через 2 мес. (б) и 4 мес. (в) после начала

противотуберкулезной терапии: а – тонкостенная каверна в субплевральных отделах S2 справа с множественными очагами отсева в окружающей легочной ткани различной интенсивности (стрелка); б – выраженная положительная динамика в виде уменьшения размеров каверны и частичного рассасывания очагов (стрелка); в – дальнейшее уменьшение размеров каверны, а также количества и размеров очагов (стрелка)

**Fig. 2.** Male patient M., 30 y.o. Cavemous tuberculosis in S2 of the right lung at semination phase. Part of chest DT, front view (a, б, в). X-ray monitoring in 2 months (б) and 4 months (в) after anti-tuberculosis chemotherapy start: a – thin-wall cavity in subpleural parts of S2 on the right with numerous semination foci of various intensity in the surrounding lung tissue (arrow); б – well expressed positive changes in the form of reduction of cavities and partial resolution of foci (arrow); в – further reduction (arrow)



**Рис. 3.** Больной Г., 28 лет. Инфильтративный туберкулез верхней доли правого легкого. Фрагмент рентгенограммы ОГК, прямая проекция (а), фрагмент ЦТ ОГК, прямая проекция (б). Рентгенологический контроль через 2 мес. Фрагмент рентгенограммы ОГК, прямая проекция (в), фрагмент ЦТ ОГК, прямая проекция (z): а – очаговые затемнения низкой интенсивности в проекции верхней доли правого легкого (стрелка), незначительное усиление легочного рисунка в прилежащих отделах за счет интерстициального компонента; б – интерстициальная мелкоочаговая диссеминация в S2 справа, большая часть которой не видна на рентгенограмме (стрелки); в – складывается впечатление об уменьшении интенсивности мелких очагов и усилении легочного рисунка в зоне интереса (стрелка); z – отчетливо прослеживающееся рассасывание значительной части мелкоочаговой диссеминации (стрелки)

**Fig. 3.** Male patient G., 28 y.o. Infiltrate tuberculosis of the upper lobe of the right lung. Part of the chest X-ray, front view (a), part of digital tomosynthesis of the chest, front view (б). X-ray monitoring in 2 months Part of the chest X-ray, front view (в), part of digital tomosynthesis of the chest, front view (z). a – focal fogging of low intensity in the upper lobe of the right lung (arrow), insignificant intensification of the lung pattern due to interstitial component; б – interstitial minor focal dissemination in S2 on the right, which bigger part is not visualized by X-ray (arrows); в – minor foci seem to become less intensive and the lung pattern seems to be more intensive in the assessed area (arrow); z – one can clearly see the resolution of the bigger part of minor focal dissemination (arrows)

ное исследование является менее информативным за счет наложения структур плечевого пояса, что существенно снижает качество полученных изображений.

### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют, что более низкие показатели визуализации туберку-

лезных изменений легких при рентгенографии обусловлены суммационным эффектом, недостаточной разрешающей способностью, низкой контрастной чувствительностью метода. Благодаря послойной визуализации при ЦТ удается выявить достаточно мелкие, но прогностически значимые при динамическом наблюдении патологические изменения в легких в 20 (36,4%) случаях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарева Я. В. Компьютерная томография в диагностике туберкулеза органов дыхания: Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2002.
2. Приказ МЗ РФ № 951 от 29 декабря 2014 г. «Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания».
3. Тюрин И. Е. Новые горизонты торакальной радиологии // Поликлиника, спецвыпуск. – 2013/2014 – № 2. – С. 12-17.
4. Battezzati G., Gollini P., Rahnama S. Use of digital tomosynthesis in pulmonary mycobacterial disease: a preliminary experience // ESTI congress. – 2012. DOI: 10.1594/esti2012/E-0112.
5. Chou S. H., Kicska G. A., Pipavath S. N. et al. Digital tomosynthesis of the chest: current and emerging applications // RadioGraphics. – 2014. – Vol. 34, № 2. – P. 359-372.
6. Kim E. Y., Chung M. J., Lee H. Y. et al. Pulmonary mycobacterial disease: diagnostic performance of low-dose digital tomosynthesis as compared with chest radiography // Radiology. – 2010. – Vol. 257, № 1. – P. 269-277.
7. Sharma M., Sandhu M. S., Gorski U. et al. Role of digital tomosynthesis and dual energy subtraction digital radiography in detection of parenchymal lesions in active pulmonary tuberculosis // Eur. J. Radiol. – 2015. – Vol. 84, № 9. – P. 1820-1827.

### REFERENCES

1. Lazareva Ya.V. Kompyuternaya tomografiya v diagnostike tuberkulyoza organov dykhaniya. Diss. dokt. med. nauk. [Computer tomography for diagnostics of respiratory tuberculosis. Doct. Diss.]. Moscow, 2002.
2. Edict no. 951 by RF MoH as of 29.12.2014 On Approval of Guidelines for Improvement of Respiratory Tuberculosis Diagnostics and Treatment. (In Russ.)
3. Tyurin I.E. New horizons of thoracic radiology. Poliklinika, Special Issue, 2013/2014, no. 2, pp. 12-17. (In Russ.)
4. Battezzati G., Gollini P., Rahnama S. Use of digital tomosynthesis in pulmonary mycobacterial disease: a preliminary experience. ESTI congress. 2012. DOI: 10.1594/esti2012/E-0112.
5. Chou S.H., Kicska G.A., Pipavath S.N. et al. Digital tomosynthesis of the chest: current and emerging applications. RadioGraphics, 2014, vol. 34, no. 2, pp. 359-372.
6. Kim E.Y., Chung M.J., Lee H.Y. et al. Pulmonary mycobacterial disease: diagnostic performance of low-dose digital tomosynthesis as compared with chest radiography. Radiology, 2010, vol. 257, no. 1, pp. 269-277.
7. Sharma M., Sandhu M.S., Gorski U. et al. Role of digital tomosynthesis and dual energy subtraction digital radiography in detection of parenchymal lesions in active pulmonary tuberculosis. Eur. J. Radiol., 2015, vol. 84, no. 9, pp. 1820-1827.

### ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

*Университетская клиническая больница  
фтизиопульмонологии ПМГМУ им. И. М. Сеченова,  
127994, Москва, ул. Достоевского, д. 4.*

**Никитин Максим Михайлович**  
врач-рентгенолог.  
Тел.: 8 (495) 681-10-01.  
E-mail: nikitinm777@gmail.com

**Пузько Анна Сергеевна**  
врач-фтизиатр.  
Тел.: 8 (495) 684-57-30.  
E-mail: anna22081990@gmail.com

**Ратобылский Геннадий Викторович**  
доктор медицинских наук,  
заведующий отделением лучевой диагностики.  
Тел.: 8 (495) 681-10-01.  
E-mail: gratobylskyi@mail.ru

### FOR CORRESPONDENCE:

*University Clinical Phthisiopulmonology Hospital of  
I. M. Sechenov First Moscow State Medical University  
4, Dostoevsky St., Moscow, 127994*

**Maksim M. Nikitin**  
X-ray Doctor.  
Phone: +7 (495) 681-10-01.  
E-mail: nikitinm777@gmail.com

**Anna S. Puzko**  
TB Doctor.  
Phone: +7 (495) 684-57-30.  
E-mail: anna22081990@gmail.com

**Gennady V. Ratobylsky**  
Doctor of Medical Sciences,  
Head of X-ray Diagnostics Department.  
Phone: +7 (495) 681-10-01.  
E-mail: gratobylskyi@mail.ru

Поступила 15.09.2016

Submitted as of 15.09.2016