

ВОЗМОЖНОСТИ ТОМОСИНТЕЗА В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

DOI: 10.17691/stm2016.8.2.08

УДК 617.54–001–073

Поступила 10.12.2015 г.

© **В.А. Нечаев**, врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики¹;
А.Ю. Васильев, д.м.н., член-корреспондент РАН, профессор кафедры лучевой диагностики²

¹Городская клиническая больница №4, Москва, 115093, ул. Павловская, 25;²Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, 127473, ул. Делегатская, 20/1

Цель исследования — оценить возможности томосинтеза (ТС) в диагностике заболеваний и повреждений органов грудной клетки.

Материалы и методы. Обследовано 128 пациентов, поступивших в приемное отделение московской городской больницы с различными жалобами. По клиническим показаниям всем больным проведена цифровая рентгенография (ЦР) органов грудной клетки. При выявленных изменениях выполнялся ТС грудной клетки в положении пациента стоя или лежа. С целью уточнения характера поражения легочной ткани 44 больных обследовались посредством мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ). По результатам ЦР выделено 5 групп пациентов по ведущему рентгенологическому синдрому: с признаками ограниченного затемнения (n=29), очагового (n=28) и деструктивного (n=24) поражения легких, диссеминированного процесса (n=24) и с неотложными состояниями (n=23).

Результаты. ТС позволил в ряде случаев исключить наличие патологического процесса и выявить дополнительные изменения, а именно: признаки ограниченной мелкоочаговой диссеминации, деструкции легочной ткани, симптом «ампутации бронха» и «воздушной бронхографии», очаговые тени, признаки повреждения ребер и др. ТС расширяет возможности рентгенологического метода, превосходит ЦР в выявлении многих рентгеносемиотических признаков и может служить уточняющей методикой исследования.

Заключение. ТС уступает МСКТ в качестве диагностики заболеваний и повреждений органов грудной клетки, однако позволяет в 67,2% наблюдений получить дополнительную информацию. В 39,8% случаев выявленные симптомы являются клинически значимыми и могут повлиять на дальнейшую тактику ведения данных пациентов.

Ключевые слова: томосинтез; цифровая рентгенография; мультисрезовая компьютерная томография; заболевания и повреждения органов дыхания.

Как цитировать: Nechaev V.A., Vasiliev A.Yu. Capabilities of tomosynthesis in diagnosing chest diseases and injuries. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2016; 8(2): 59–65, <http://dx.doi.org/10.17691/stm2016.8.2.08>.

English

Capabilities of Tomosynthesis in Diagnosing Chest Diseases and Injuries

V.A. Nechaev, Radiologist, Radiology Department¹;A.Yu. Vasiliev, MD, DSc, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Department of Radiology²¹City Clinical Hospital No.4, 25 Pavlovskaya St., Moscow, 115093, Russian Federation;²Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, 20/1 Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russian Federation

The aim of the investigation is to assess the capabilities of tomosynthesis (TS) in diagnosing chest diseases and injuries.

Materials and Methods. One hundred and twenty eight patients admitted to the reception ward of Moscow City Hospital with various complaints were examined. All the patients underwent digital radiography (DR) of the chest as clinically indicated. When changes were

Для контактов: Нечаев Валентин Александрович, e-mail: dfkz2005@gmail.com

revealed, chest TS was performed in a standing or lying position. To clarify the nature of lung tissue lesions, 44 patients were examined by multislice computed tomography (MSCT). According to DR findings, the patients were divided into five groups depending on the key X-ray syndrome: with the signs of lung consolidation (n=29), nodules (n=28), destructive lung lesions (n=24), disseminated process (n=24) and urgent conditions (n=23).

Results. In some cases TS has allowed exclusion of a pathological process and identifying additional changes, namely, the signs of localized tinyfocal dissemination, lung tissue destruction, "bronchial amputation" and "air bronchogram" symptom, nodules, rib injuries and others. TS improves the abilities of X-ray radiography, it is superior to DR in the detection of many X-ray semiotic signs and can be used to provide additional diagnostic accuracy.

Conclusion. TS is inferior to MSCT in diagnosing chest diseases and injuries, however, in 67.2% of observed cases it allows acquisition of additional information. In 39.8% of cases this information has proved to be clinically significant and influenced further management of these patients.

Key words: tomosynthesis; digital radiography; multislice computed tomography; chest diseases and injuries.

Удельный вес патологии дыхательной системы в структуре общей заболеваемости населения России достигает 24,2% [1, 2].

В диагностике заболеваний легких из лучевых методов исследования на первом этапе используют стандартную цифровую рентгенографию (ЦР). Однако довольно часто при выявленных патологических изменениях с целью уточнения их характера требуется дополнительное обследование посредством мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) [3].

В последнее время в торакальной диагностике вырос интерес к томосинтезу (ТС) — рентгенологической методике исследования, которая позволяет получать определенное количество послойных изображений исследуемой области пациента за один проход рентгеновской трубки. Она улучшает выявляемость и уточняет характеристику патологических изменений органов грудной клетки, выявленных при ЦР, и при этом обладает относительно низкой лучевой нагрузкой [4].

Несмотря на преимущества ТС в диагностике различных заболеваний легких, до сих пор до конца не определено его место в алгоритме обследования данных пациентов [3–5].

Цель исследования — оценить возможности томосинтеза в диагностике заболеваний и повреждений органов грудной клетки.

Материалы и методы. В приемном отделении московской городской больницы обследовано 128 пациентов в возрасте от 18 до 82 лет, среди них 84 мужчины (65,8%) и 44 женщины (34,2%). Всем пациентам после клинико-лабораторного обследования по клиническим показаниям выполнена ЦР органов грудной клетки. С целью уточнения характера патологических изменений проведен ТС, который выполняли в прямой проекции в положении стоя (n=87; 68%) и лежа (n=41; 32%) со следующими физико-техническими параметрами: фокусное расстояние — 130 см, угол движения трубки — 25 и 30° (лежа и стоя соответственно), высота центрального среза — 150 мм, диапазон — 260 мм, интервал между срезами — 5 мм.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (принятой в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия) и пересмотренной в октябре

2000 г. (Эдинбург, Шотландия)) и одобрено Этическим комитетом Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова. От каждого пациента получено информированное согласие.

В процессе ТС производится определенное количество изображений исследуемой области за один проход рентгеновской трубки. Принцип получения изображений напоминает таковой при линейной томографии, однако при ТС получается серия снимков — «сырых» данных, которая подвергается дальнейшей компьютерной обработке. Для устранения эффекта размытости изображения применяются различные алгоритмы реконструкции, наиболее распространенными из которых являются методы «сдвига и сложения» и «фильтрованных обратных проекций». В результате исследования органов грудной клетки получается в среднем 53 томограммы во фронтальной плоскости.

При неясной рентгенологической картине с целью уточнения характера поражения проводили МСКТ по стандартному протоколу (n=44; 34,4%). ЦР и ТС выполняли на рентгенологической системе FDR AcSelerate 200 (Fujifilm, Япония), МСКТ — на аппарате Aquilion Prime 160 (Toshiba, Япония).

Результаты и обсуждение. Все пациенты по результатам ЦР разделены на 5 групп согласно ведущему рентгеносемиотическому признаку:

1-я группа — ограниченное затемнение (n=29; 22,66%);

2-я группа — очаговое поражение (n=28; 21,88%);

3-я группа — деструкция легочной и костной ткани (n=24; 18,75%);

4-я группа — диссеминированный процесс (n=24; 18,75%);

5-я группа — неотложные состояния (n=23; 17,97%).

В 1-й группе у 29 пациентов по данным ЦР были выявлены признаки ограниченного затемнения. При проведении ТС наличие ведущего рентгеносемиотического признака подтвердилось в 23 случаях (79,3%), в 5 из них удалось уточнить сегментарную локализацию патологического процесса, а в 4 — структуру затемнения.

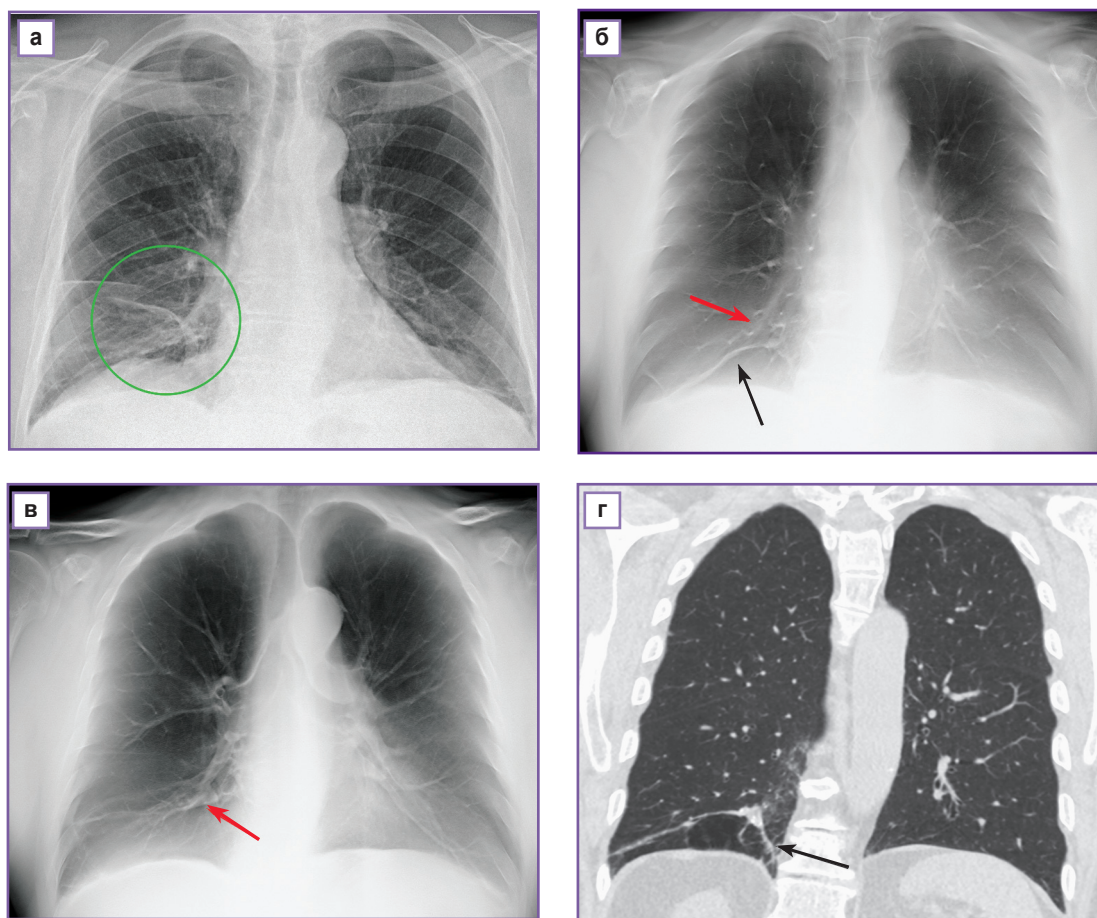


Рис. 1. Цифровая рентгенограмма в прямой проекции (а), томограммы (б, в) и компьютерная томограмма (г) во фронтальной плоскости органов грудной клетки. На рентгенограмме в нижних отделах правого легкого отмечается понижение прозрачности легочной ткани (зеленый круг). На томограммах в области предполагаемых инфильтративных изменений легочной ткани выделяется обогащенный легочный рисунок (красные стрелки) и фиброзные изменения (черные стрелки), что подтверждается на компьютерной томограмме

Однако у 6 пациентов инфильтрация легочной ткани не отмечена. В первую очередь это можно объяснить наличием эффекта суммации, который присутствовал на стандартных рентгенограммах. За симптом затемнения на снимках принимали измененный легочный рисунок (n=4), фиброзные изменения (n=1) и совокупность усиленного легочного рисунка, фиброза и разрастания жировой ткани средостения (n=1) (рис. 1).

Дополнительно при ТС выявлены изменения, которые в некоторых случаях повлияли на дальнейшую тактику лечения. Так, на фоне ограниченного затемнения определялись признаки деструктивных изменений (n=4), симптом «воздушной бронхографии» (n=5), фиброз в паренхиме легких (n=6), мелкоочаговая диссеминация и симптом ампутации бронха (n=2) (рис. 2).

В данной группе у 18 пациентов (62,1%) на томограммах отмечались признаки динамической нерезкости, которые в 5 случаях значительно влияли на

качество изображений, снижая их диагностическую ценность.

В одном случае в зоне исследования определялась металлоконструкция, из-за которой на разных срезах отмечались выраженные артефакты.

Ведущий рентгеносемиотический признак при МСКТ (n=16; 55,2%) подтвержден у 12 из 16 больных (75%), в то время как у двух исключили его наличие и у двух выявлялись признаки консолидации легочной ткани, не отмеченные на цифровых томограммах (ТС). Ложноположительные и ложноотрицательные результаты в первую очередь связаны с наличием артефактов от дыхания на томограммах. Во всех случаях пропущенные или «мнимые» изменения локализовались в наддиафрагмальных областях справа или слева за тенью сердца.

Также при МСКТ дополнительно выявлялись признаки гидроторакса (n=8), панлобулярной и парасептальной эмфиземы (n=4), единичные кальцинаты в паренхиме легких (n=4), участки по типу матового

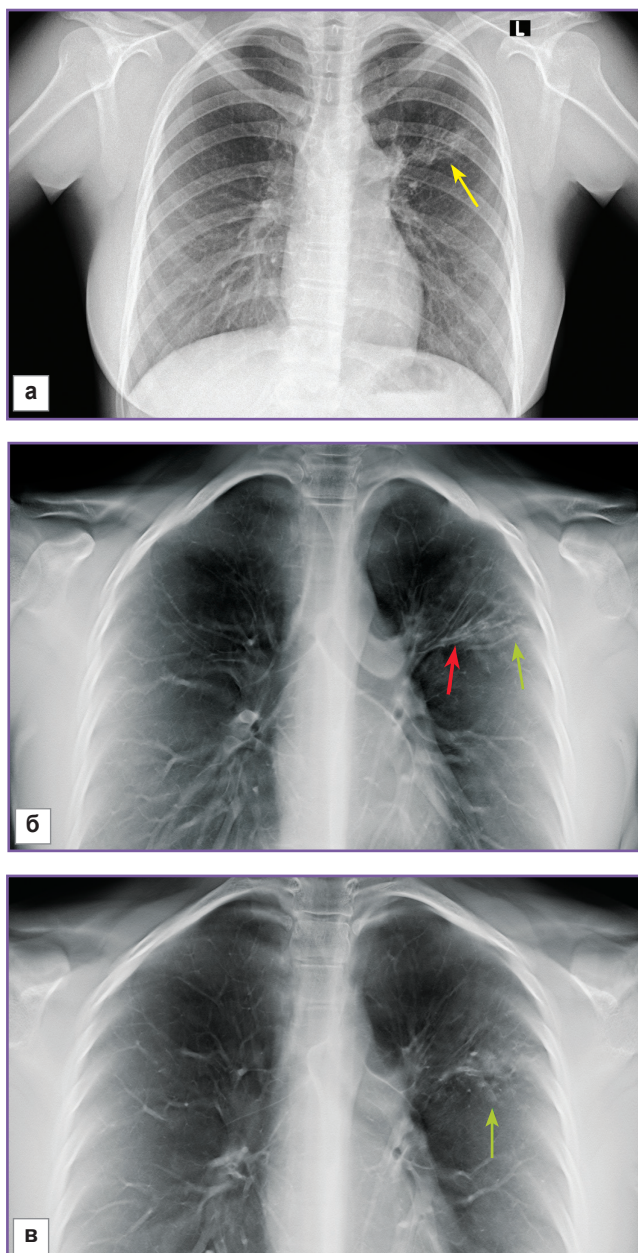


Рис. 2. Цифровая рентгенограмма в прямой проекции (а) и томограммы во фронтальной плоскости (б, в) органов грудной клетки. На рентгенограмме в верхних отделах левого легкого отмечается неоднородная паренхиматозная инфильтрация легочной ткани с нечеткими неровными контурами (*желтая стрелка*). На томограммах отмечаются признаки мелкоочаговой диссеминации (*зеленые стрелки*) и симптом «воздушной бронхографии» (*красная стрелка*)

стекла, обызвествленные внутригрудные лимфоузлы, кальцинированные коронарные сосуды и периапикальные спайки (n=3). В 2 случаях отмечались признаки гидроперикарда и тракционные бронхоэктазы. Помимо этого определялись признаки бронхоолита, деструкции легочной ткани, фиброзных и гиповенти-

ляционных изменений и центральное образование легкого (n=1).

Во 2-ю группу включены 28 пациентов, у которых на стандартных рентгенограммах выявлены либо заподозрены округлые очаговые тени.

После проведения ТС у 18 человек (64,3%) подтвердилось наличие очагов в легких в количестве 27, в то время как у 10 отмечались «псевдопоражения» — 12. За образования принимались особенности легочного рисунка — 4, фиброзные изменения — 2, обызвествление 1-го ребра в месте перехода его в хрящевую часть — 2, образование в мягких тканях грудной клетки — 2, консолидированный перелом — 1 и инфильтративные изменения в легочной ткани — 1 (рис. 3).

При ТС по сравнению с ЦР в 12 случаях (42,9%) дополнительно удалось обнаружить еще 23 очага. Также дополнительно выявлены признаки ограниченного фиброза — 12, обызвествленные внутригрудные лимфоузлы — 6, кальцинированные участки в паренхиме легких — 5, признаки атеросклероза аорты — 4, булла в легком — 1, плевроапикальные спайки — 1, полость распада — 1, мелкоочаговая диссеминация на фоне обогащенного и деформированного легочного рисунка — 1 и симптом Риглера — 1 (рис. 4).

В 6 случаях (21,4%) на томограммах отмечались артефакты от дыхания и движений, что снижало точную характеристику патологических изменений.

МСКТ проведена 9 пациентам (32,1%). У 8 из них подтвердилось наличие 23 образований и 2 псевдопоражений. Дополнительно обнаружено еще 10 очагов, которые не визуализировались ни при ЦР, ни при ТС. Также при МСКТ определялись увеличенные внутригрудные лимфоузлы — 6, гидроторакс — 3, участки по типу «матового стекла» и консолидации легочной ткани — 2, кальцинация коронарных артерий — 2, признаки бронхоолита, тракционные бронхоэктазы, обызвествления стенок бронхов, центрилобулярная эмфизема и симптом «воздушной бронхографии» — по одному.

В 3-ю группу включены 24 пациента, у которых на цифровых рентгенограммах отмечались признаки деструкции легочной или костной тканей.

После проведения ТС во всех случаях изменения подтверждены, в то же время у 13 пациентов (54,2%) на томограммах выявлялось большее количество полостей распада, чем на рентгенограммах.

Как и в других подгруппах, при ТС дополнительно выявлялись признаки мелкоочаговой диссеминации, симптом «воздушной бронхографии», фиброзные изменения в легких (n=5), очаги (n=3) и признаки консолидированных переломов ребер (n=2). В 2 случаях на томограммах удалось определить сегментарный бронх, который подходил к полости распада (дренирующий бронх).

В 9 случаях при ТС отмечались артефакты от дыхания или движений, что снижало качество дополнительно полученных изображений.

Для уточнения характера патологических измене-

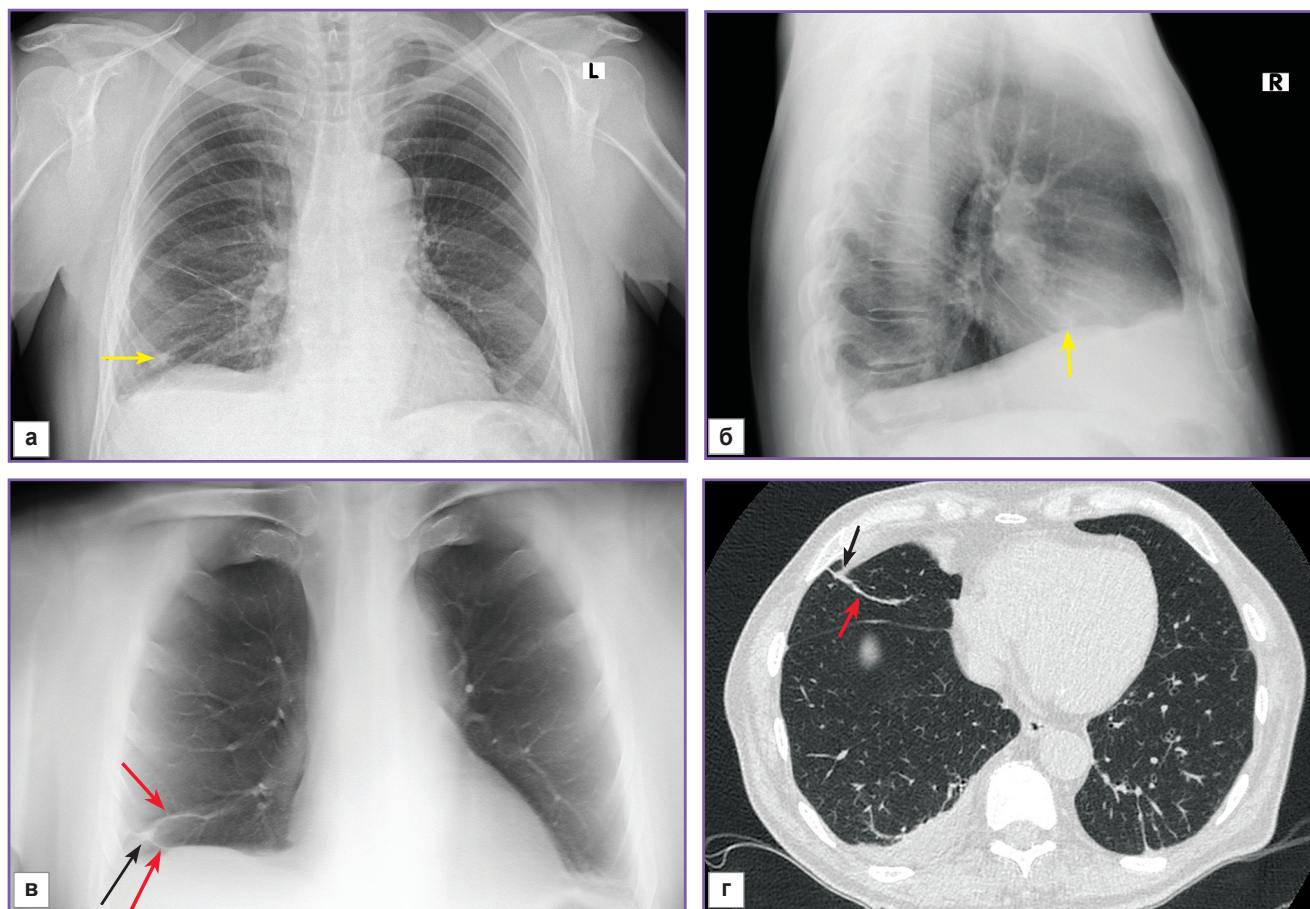


Рис. 3. Цифровые рентгенограммы в прямой (а) и боковой (б) проекции, томограмма во фронтальной плоскости (в) и компьютерная томограмма в аксиальной плоскости (г) органов грудной клетки. На рентгенограммах в сегменте S5 правого легкого определяется неправильной формы очаговая тень средней интенсивности с неровными нечеткими контурами, размерами 5×7 мм (желтые стрелки). На цифровых и компьютерных томограммах в месте предполагаемого очага определяется высокоинтенсивная тень (черные стрелки), продолжающаяся в фиброзные тяжи (красные стрелки)

ний 11 больным (45,8%) проведена МСКТ. У 9 пациентов подтверждены деструктивные изменения легочной ткани, в 5 случаях количественно отмечалось большее число полостей распада, в то время как у одного пациента исключили наличие данного процесса (рис. 5).

В 4-ю группу с диссеминированным процессом в легких включено 24 пациента. По данным ЦР в 14 случаях (58,3 %) определялись признаки распространенного диссеминированного процесса в легких, а в 10 (41,7%) — ограниченного.

По данным ТС изменения подтверждены у 23 пациентов (95,8%). Однако в одном случае наличие ограниченного диссеминированного процесса было исключено: за счет суммационного эффекта фиброзные изменения в верхушке правого легкого имитировали патологический процесс на цифровых рентгенограммах.

Визуально в 13 случаях (54,2%) отмечалось большее количество очаговых изменений, которые на цифровых рентгенограммах не определялись. Также

визуализировались признаки бронхоэктазов, атеросклероза дуги аорты (у трех), симптом «воздушной бронхографии» (у одного).

При проведении МСКТ грудной полости (n=4) наличие диссеминированного процесса подтверждено во всех случаях и в то же время получена дополнительная информация в виде признаков бронхоолита, участков по типу «матового стекла» и лимфаденопатии внутригрудных лимфатических узлов (по одному случаю).

В последнюю, 5-ю, группу были включены 23 пациента, у которых при ЦР выявлены признаки повреждения скелета грудной клетки (n=10; 43,5%), неотложных состояний (n=7; 30,4%) либо клиническая картина повреждений была ярко выражена (n=6; 26,1%).

По результатам ТС изменения подтверждены в 91,3% случаев. У 2 человек выявлены переломы ребер, не визуализировавшиеся ранее (рис. 6). При ТС возникли трудности с визуализацией переломов ребер по средней подмышечной линии, вероятно, за счет краевого снижения пространственного разрешения в данной области. Так, в одном случае повреждения от-

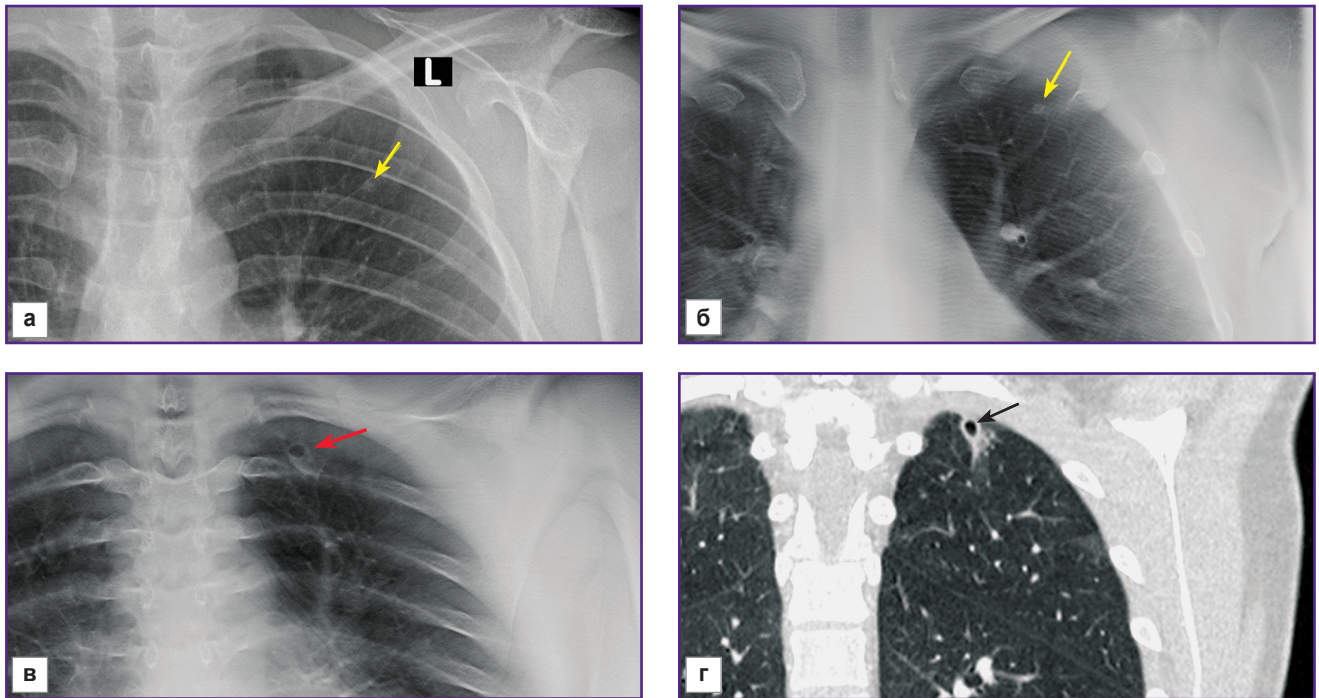


Рис. 4. Цифровая рентгенограмма в прямой проекции (а), томограммы (б, в) и компьютерная томограмма (г) во фронтальной плоскости органов грудной клетки. На рентгенограмме в верхнем отделе левого легочного поля определяется округлой формы очаговая тень средней интенсивности с неровными нечеткими контурами, диаметром 4 мм (желтая стрелка). На томограммах в сегменте S3 левого легкого подтверждается наличие вышеописанного очага (желтая стрелка), дополнительно в сегменте S1+2 слева отмечается образование неправильной формы размерами 7×10 мм неоднородной структуры за счет наличия полости распада (красная стрелка), что также определяется на компьютерной томограмме (черная стрелка)

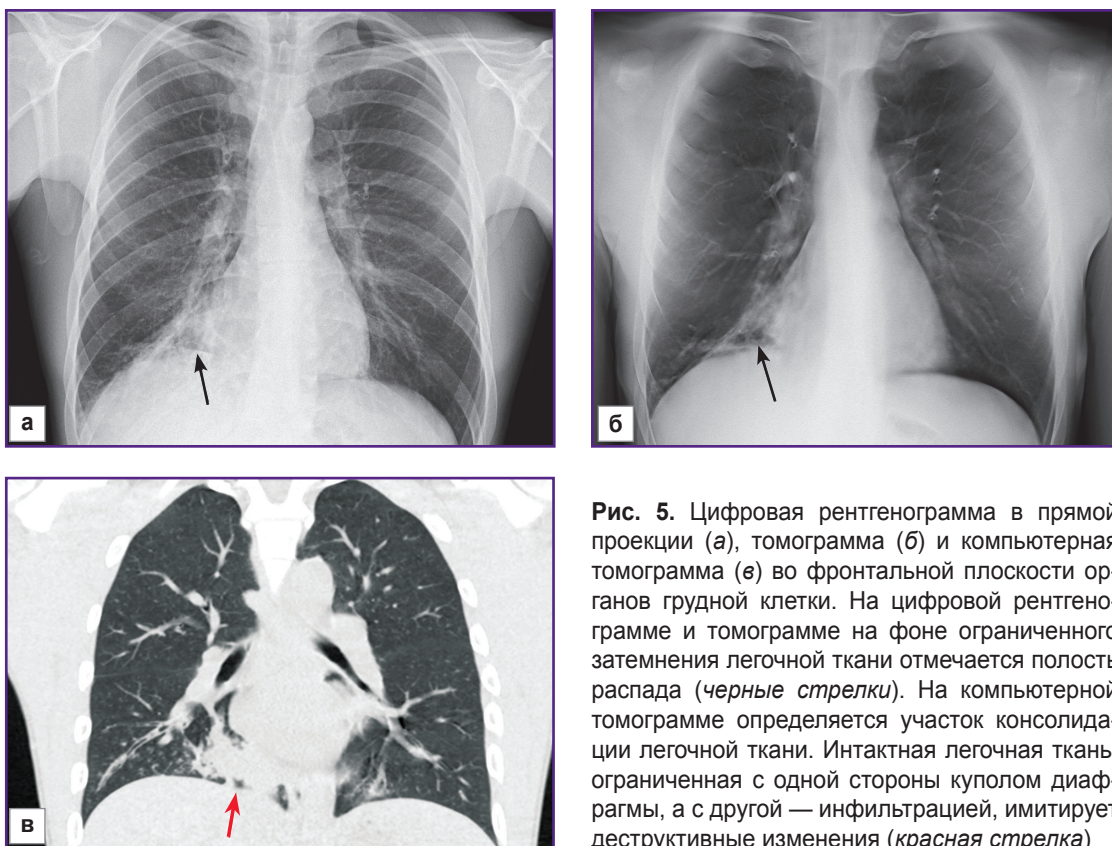


Рис. 5. Цифровая рентгенограмма в прямой проекции (а), томограмма (б) и компьютерная томограмма (в) во фронтальной плоскости органов грудной клетки. На цифровой рентгенограмме и томограмме на фоне ограниченного затемнения легочной ткани отмечается полость распада (черные стрелки). На компьютерной томограмме определяется участок консолидации легочной ткани. Интактная легочная ткань, ограниченная с одной стороны куполом диафрагмы, а с другой — инфильтрацией, имитирует деструктивные изменения (красная стрелка)

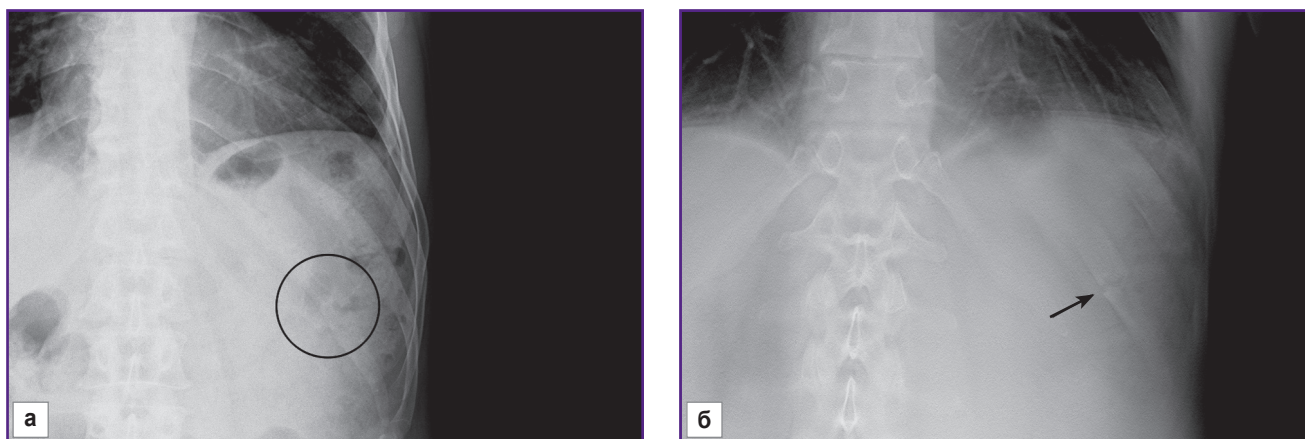


Рис. 6. Цифровая рентгенограмма (а) и томограмма (б) во фронтальной плоскости органов грудной клетки. На томограмме определяется поперечный перелом XI ребра слева по лопаточной линии с диастазом между отломками до 2 мм (черная стрелка), который не визуализировался на рентгенограмме на фоне скопления газа в кишечнике (черный круг)

четливее определялись на рентгенограммах в дополнительных косых проекциях, чем на томограммах.

Дополнительно при ТС выявлялись фиброзные изменения в легких (n=5), признаки подкожной эмфиземы (n=2), гидроторакс и консолидированные переломы ребер (n=1).

В 9 случаях (39,1%) на цифровых томограммах отмечались признаки динамической нерезкости за счет артефактов от дыхания, что снижало визуализацию патологических изменений.

МСКТ, проведенная трем пациентам, позволила дополнительно выявить гиповентиляционные изменения, парасептальную эмфизему (n=1) и лимфаденопатию внутригрудных лимфатических узлов (n=2).

Таким образом, результаты исследования больных с разными рентгеносемиотическими признаками убедительно показали, что ТС расширяет возможности рентгенологического метода исследования. Он превосходит ЦР в выявлении многих рентгеносемиотических признаков и может выступать в качестве уточняющей методики исследования после проведения ЦР грудной клетки, а в ряде случаев позволяет отказаться от проведения МСКТ грудной полости. Тем не менее «золотым стандартом» в диагностике заболеваний органов грудной клетки остается МСКТ.

Заключение. Томосинтез уступает МСКТ в возможностях диагностики заболеваний и повреждений органов грудной клетки, однако позволяет после проведения цифровой рентгенографии в 67,2% наблюдений получить дополнительную информацию, которая в 39,8% случаев клинически значима и позволяет изменить тактику дальнейшего обследования пациентов. В качестве уточняющей методики томосинтез может дополнить алгоритм обследования пациентов с патологией органов грудной клетки.

Наличие выраженной одышки у пациента является относительным противопоказанием к проведению томосинтеза.

Финансирование исследования и конфликт интересов. Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

Литература/References

1. Росстат. Здравоохранение в России 2013. М; 2013. *Rosstat. Zdravookhranenie v Rossii 2013* [Rosstat. Healthcare in Russia in 2013]. Moscow; 2013.
2. Чуркин С.А., Долгополов В.Б., Темников А.А. Вопросы дифференциальной диагностики пневмоний у лиц пожилого и старческого возраста (по материалам фтизиогериатрического отделения ГБУЗ «Оренбургский областной клинический противотуберкулезный диспансер»). *Фтизиатрия и пульмонология* 2014; 8(1): 50–53. Churkin S.A., Dolgoplov V.B., Temnikov A.A. Problems of the differential diagnostics of pneumonia of the elderly and senility aged persons (on materials of Ftiziogeriatric Department, Orenburg State Financed Health Institution "Tuberculosis Dispensary"). *Ftiziatriya i pul'monologiya* 2014; 8(1): 50–53.
3. Quaia E., Baratella E., Poillucci G., Kus S., Cioffi V., Cova M.A. Digital tomosynthesis as a problem-solving imaging technique to confirm or exclude potential thoracic lesions based on chest X-ray radiography. *Acad Radiol* 2013; 20(5): 546–553, <http://dx.doi.org/10.1016/j.acra.2012.12.009>.
4. Johnsson A.A., Vikgren J., Bath M. Chest tomosynthesis: technical and clinical perspectives. *Semin Respir Crit Care Med* 2014; 35(1): 17–26, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1363448>.
5. Galea A., Durran A., Adlan T., Gay D., Riordan R., Dubbins P., Williams M.P. Practical applications of digital tomosynthesis of the chest. *Clin Radiol* 2014; 69(4): 424–430, <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2013.10.019>.