

# Применение томосинтеза в диагностике заболеваний органов грудной клетки

В. А. Нечаев<sup>\*1</sup>, А. В. Бажин<sup>1,2</sup>, Е. В. Новоселова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 7» Департамента здравоохранения г. Москвы

## Application of Tomosynthesis in the Differential Diagnosis of Chest Diseases

V. A. Nechaev<sup>\*1</sup>, A. V. Bazhin<sup>1,2</sup>, E. V. Novoselova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Department of Radiology

<sup>2</sup> City Clinical Hospital № 7 of Department of Healthcare of Moscow

### Реферат

Одним из последних технологических успехов в улучшении выявления трудноразличимых патологических изменений легких и при этом снижении лучевой нагрузки стала методика томосинтеза. Целью исследования было определение возможностей данной методики в диагностике заболеваний органов грудной клетки. Обследовано 120 пациентов с патологией органов грудной клетки посредством цифровой рентгенографии (ЦР), томосинтеза (ТС) и мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ). По данным ЦР было выделено 5 групп с признаками ограниченного затемнения (n = 35; 29,2 %), очагового (n = 25; 20,8 %) и деструктивного (n = 18; 15 %) поражения легких, диссеминированного процесса (n = 22; 18,3 %) и с неотложными состояниями (n = 20; 16,7 %). Методика ТС позволила в 61,7 % наблюдений получить дополнительную информацию, которая в 31,7 % случаев оказалась клинически значимой. На цифровых томограммах дополнительно выявлялись признаки ограниченной мелкоочаговой диссеминации, деструкция легочной ткани, симптом «ампутации бронха» и «воздушной бронхографии», очаговые тени, повреждения ребер. В то же время методика ТС уступала МСКТ в диагностике заболеваний органов грудной клетки за счет худшей визуализации патологических изменений в наддиафрагмальных и субплевральных отделах и при наличии артефактов от дыхания.

**Ключевые слова:** томосинтез, цифровая рентгенография, мультисрезовая компьютерная томография, болезни органов дыхания.

\* Нечаев Валентин Александрович, ординатор кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: dfkz2005@gmail.com

**Nechaev Valentin Aleksandrovich**, Resident of Department of Radiology, Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, Vucheticha ul., Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: dfkz2005@gmail.com

## Abstract

Tomosynthesis is a digital radiological technique that improve the detection of lungs' lesions and thus reducing radiation exposure. The aim of this study was to determine the possibilities of tomosynthesis in the diagnosis of chest diseases. 120 patients were examined with pathology of the chest through digital radiography (DR), tomosynthesis (TC) and multislice computed tomography (MSCT). According DR five groups were allocated to lung consolidation (n = 35; 29,2 %), nodules (n = 25; 20,8 %), destructive (n = 18; 15 %) and disseminated process (n = 22; 18,3 %) and the urgent conditions (n = 20; 16,7 %). Tomosynthesis allowed receive additional information in 61,7 % of cases, which was clinically significant in 31,7 % of cases. Signs of dissemination, destruction of lung tissue, symptoms of «amputation bronchus» and «air bronhogram», nidal shadows and rib fractures were detected on digital tomograms additionally. However TS is inferior to MSCT in the diagnosis of chest diseases due to the lower resolution, which doesn't allow to assess the condition of the lung tissue in subpleural area and over the phrenic, especially in the presence of artifacts from breathing.

**Key words:** Tomosynthesis, Digital Radiography, Multislice Computed Tomography, Chest Diseases.

## Актуальность

В структуре общей заболеваемости населения в России на первом месте находятся болезни органов дыхания, удельный вес которых составляет 24,2 % [1]. В последние годы отмечается изменение клинического течения и тяжести данной патологии, что привело к росту разнообразных осложнений, инвалидизации и возрастающей летальности. Заболевания органов грудной клетки характеризуются многообразием клинико-морфологических проявлений, связанных с особенностями анатомического строения легких, большим количеством влияний этиологических и наследственных факторов, возрастающим числом доли пожилых людей в популяции. Перечисленные факторы обуславливают актуальность своевременной диагностики болезней легких для их эффективного лечения и профилактики осложнений [2, 3].

Для диагностики заболеваний органов грудной клетки применяются различные методы исследования: клинические, лабораторные, функциональные, эндоскопические, а также лучевые. Из последних наиболее широко использу-

ется стандартная рентгенография органов грудной клетки в 2 проекциях, однако интерпретация полученных данных зачастую представляет одну из самых сложных диагностических задач. Это вызвано множеством возможных состояний, которые необходимо принимать во внимание, включая новообразования, инфекционные и интерстициальные заболевания, патологию костной системы. Также в результате эффекта суммации анатомические и патологические структуры могут плохо визуализироваться [2, 3, 5].

В 1910-х годах была разработана методика линейной томографии, которая повысила эффективность рентгенологического метода в диагностике заболеваний легких, однако с появлением компьютерной томографии доля классической томографии в диагностике значительно снизилась. Компьютерная томография обладает относительно высокой диагностической эффективностью в выявлении различных заболеваний органов грудной клетки, однако лучевая нагрузка, которую получает пациент за исследование, относительно велика [4].

В 1954 г. Международная комиссия по радиологической безопасности опубликовала один из принципов радиационной защиты, направленный на минимизацию вредного воздействия ионизирующего излучения, – принцип оптимизации. Этот принцип предусматривает поддержание на возможно низком и достижимом уровне как индивидуальных, так и коллективных доз облучения, учитывая экономические и социальные факторы. Таким образом, диагностическое оборудование и алгоритмы обследования пациентов требуют оптимизации с учетом соотношения «эффективность/доза облучения» [4, 5].

Одним из последних технологических успехов в развитии рентгенологической техники, в улучшении выявления трудноразличимых патологических изменений грудной клетки и при этом снижении лучевой нагрузке стал томосинтез (ТС).

**Цель:** определить возможности ТС в диагностике заболеваний органов грудной клетки.

### Материалы и методы

Обследовано 120 пациентов в возрасте от 18 до 82 лет (из них 79 (65,8 %) мужчин и 41 (34,2 %) женщина), поступивших в приемное отделение ГБУЗ «Городская клиническая больница № 7» Департамента здравоохранения г. Москвы. Всем пациентам после клинического осмотра и лабораторных исследований по показаниям была выполнена цифровая рентгенография (ЦР) органов грудной клетки, после чего при выявленных патологических изменениях проведен ТС (n = 120; 100 %). ТС проводился в прямой проекции в положении стоя (n = 92; 76,7 %) и лежа (n = 28; 23,3 %) 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. В ходе проведения ТС в среднем получалось 53 изображения во фронтальной плоскости.

Томосинтез – это методика, с помощью которой генерируется произвольное количество послойных изображений (срезов) исследуемой области за один проход рентгеновской трубки, что напоминает принцип получения изображений при линейной томографии. Отличие состоит в том, что после получения серии снимков – «сырых данных» – происходит их последующая компьютерная обработка. На первом этапе применяется метод «сдвига и сложения», а после этого для устранения эффекта «размытости» выполняются более сложные алгоритмы реконструкции, наиболее распространенный из которых – метод «фильтрованных обратных проекций» [4–6].

Для уточнения характера патологических изменений органов грудной клетки проводилась мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) по стандартному протоколу (n = 37; 30,8 %). ЦР и ТС выполнялись на рентгенологической системе FDR AcSelerate 200 (Fujifilm, Япония), МСКТ – на аппарате Aquilion Prime 160 (Toshiba, Япония).

### Результаты

После проведения ЦР все пациенты были разделены на 5 групп по ведущему рентгеносемиотическому признаку:

- 1) ограниченное затемнение (n = 35; 29,2 %);
- 2) очаги (n = 25; 20,8 %);
- 3) диссеминация (n = 22; 18,3 %);

- 4) деструкция легочной и костной ткани ( $n = 18$ ; 15 %);
- 5) неотложные состояния ( $n = 20$ ; 16,7 %);

В первой группе у 35 (29,2 %) пациентов по данным ЦР были выявлены признаки ограниченного затемнения. После проведения ТС в 28 (77,1 %) случаях было подтверждено наличие участка инфильтрации легочной ткани, в то время как у 8 (22,9 %) пациентов определялся измененный легочный рисунок, что при ЦР за счет выраженного эффекта суммации расценивался как зона «матового стекла». В 16 (45,7 %) случаях на томограммах отчетливо определялся симптом «воздушной бронхографии». Дополнительно на фоне затемнения ТС позволил определить признаки ограниченной мелкоочаговой диссеминации (11,4 %), деструктивных процессов (8,6 %) в виде полостей распада, а также симптом «ампутации бронха» (5,7 %) (рис. 1). По результатам МСКТ ( $n = 7$ ; 18,9 %) данные ТС были подтвержде-

ны, также дополнительно выявлялись признаки малого гидроторакса (17,4 %), лимфаденопатия средостения (8,6 %) и ателектаз S3 верхней доли левого легкого (8,6 %).

Вторая группа составляла пациентов с очаговыми поражениями легких ( $n = 25$ ; 20,7 %), в которой ТС подтвердил наличие очаговых теней в 17 (68 %) случаях, однако в 8 (32 %) определялись псевдопоражения — за счет эффекта суммации, ортогонально расположенного сосуда или внелегочно расположенного образования (в мягких тканях грудной клетки). Также у 6 (24 %) пациентов выявлялись дополнительные очаги, не визуализирующиеся на цифровых рентгенограммах (рис. 2). В 2 случаях определялся симптом Риглера — место вхождения сосуда в образование. МСКТ ( $n = 12$ ; 32,4 %) позволила выявить малый и осумкованный гидроторакс ( $n = 2$ ; 8 %), дополнительный очаг, парасептальную и центрилобулярную эмфизему ( $n = 1$ ; 4 %).

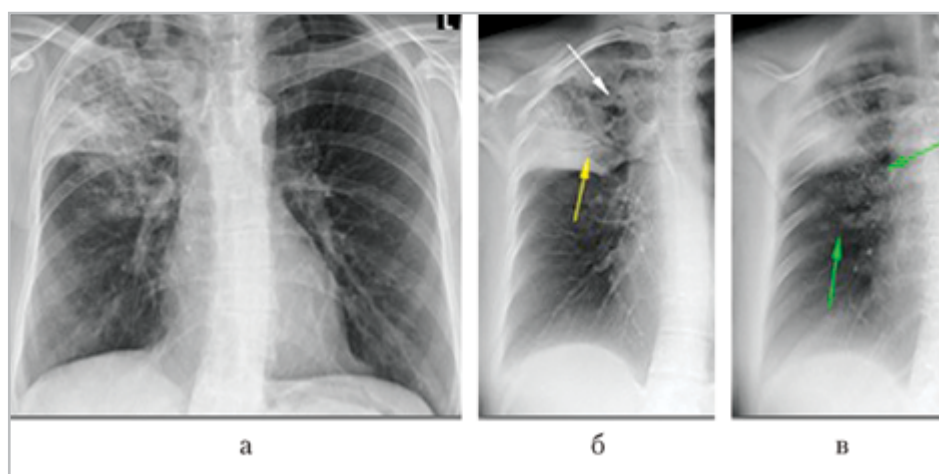


Рис. 1. Рентгенограмма в прямой проекции (а) и томограммы во фронтальной плоскости (б, в) органов грудной клетки. Отмечается участок затемнения в верхней доле правого легкого (на томограммах объем поражения больше, чем на рентгенограмме). Определяются симптом «воздушной бронхографии» (желтая стрелка), деструктивные изменения легочной ткани (белая стрелка) и наличие мелкоочаговой ограниченной диссеминации в S6 правого легкого (зеленые стрелки)



Рис. 2. Рентгенограмма в прямой проекции (а) и томограмма во фронтальной плоскости (б) органов грудной клетки. Субплеврально в S4 левого легкого определяется очаговая тень средней интенсивности (желтая стрелка). Дополнительно выявляется округлая тень в S8 справа средней интенсивности с ровными четкими контурами (белая стрелка)

В третью группу вошли пациенты с признаками диссеминации ( $n = 22$ ; 18,3 %), в которой при ЦР в 14 (63,6 %) случаях определялся диффузный процесс, а в 8 (36,4 %) — ограниченный. Однако при ТС у 2 (9,1 %) пациентов на месте патологического участка выявлялись признаки фиброза и бронхоэктазы, что позволило исключить диссеминированные изменения. Также более отчетливо визуализировались мелкие (2,5–5 мм) очаги на фоне измененного легочного рисунка и за тенью сердца (59,1 %), неоднородная структура очагов за счет наличия кальцинатов (18,2 %) и распада (9,1 %) (рис. 3). МСКТ ( $n = 8$ ; 21,6 %) позволила дополнительно выявить связь бронха с полостью распада и зоны «матового стекла» (25 %).

Четвертая группа состояла из пациентов с деструктивными изменениями легочной и костной ткани ( $n = 18$ ; 15 %). При ЦР в 16 (88,9 %) случаях определялись полости распада на фоне ограниченного затемнения легочной ткани и у 2 (11,1 %) пациентов отмечались деструктивные изменения ребер. ТС позволил выявить более мелкие (до 3 мм) полости распада (27,8 %), связь с «дренирующим» бронхом (22,2 %)

и мелкоочаговую диссеминацию (11,1 %). Данные МСКТ ( $n = 8$ ; 21,6 %) позволили дополнительно определить признаки гидроторакса (37,5 %), связь полости распада с бронхом (25 %); в 12,5 % случаев выявлялись деструктивные изменения в той области, где на ЦР и ТС определялся фокус затемнения (рис. 4).

В пятую группу были определены пациенты с неотложными состояниями ( $n = 20$ ; 16,7 %). При ЦР у 9 (45 %) пациентов выявлялись повреждения скелета грудной клетки, в 3 (15 %) случаях — выраженные признаки нарушения гемодинамики в малом круге кровообращения, осложненные интерстициальным отеком легких, в 2 (10 %) — консолидированные переломы ребер и в 2 (10 %) — пневмоторакс. У 4 (20 %) пациентов на рентгенограммах в стандартных проекциях костные посттравматические изменения не определялись, однако клинически нельзя было исключить их наличие. В данном случае было принято решение провести ТС. На томограммах в 2 (10 %) случаях были исключены повреждения скелета, в 4 (20 %) — выявлены дополнительные переломы ребер, не визуализировавшиеся ранее, и в 3 (15 %)



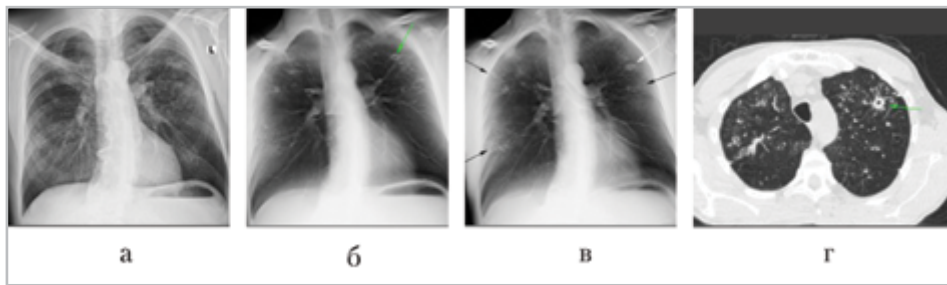


Рис. 3. Рентгенограмма в прямой проекции (а) и томограммы во фронтальной плоскости (б, в) органов грудной клетки, компьютерная томограмма грудной полости в аксиальной плоскости (г). По всем легочным полям определяются округлые очаговые тени от 1 до 10 мм в диаметре. На цифровых томограммах отмечается полость распада (зеленая стрелка), отчетливее визуализируются мелкие (черные стрелки) и средние очаги (белая стрелка). На компьютерной томограмме подтверждается наличие деструкции (зеленая стрелка)

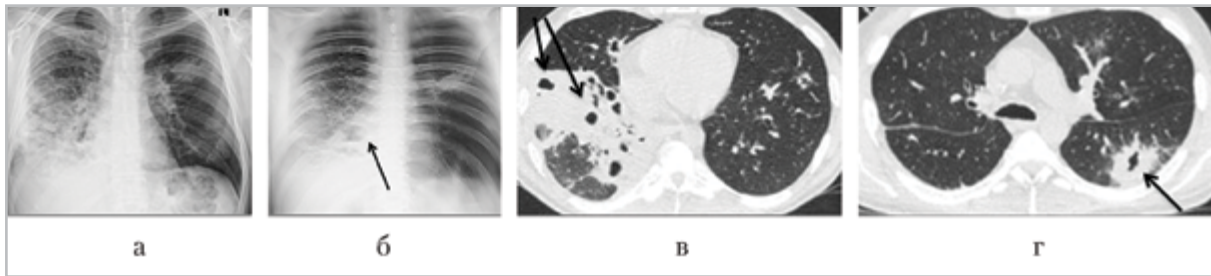


Рис. 4. Рентгенограмма в прямой проекции (а) и томограмма во фронтальной плоскости (б) грудной клетки, компьютерные томограммы грудной полости в аксиальной плоскости (в, г). Отмечается зона неоднородной консолидации нижней доли правого легкого за счет наличия деструктивных изменений (стрелки)

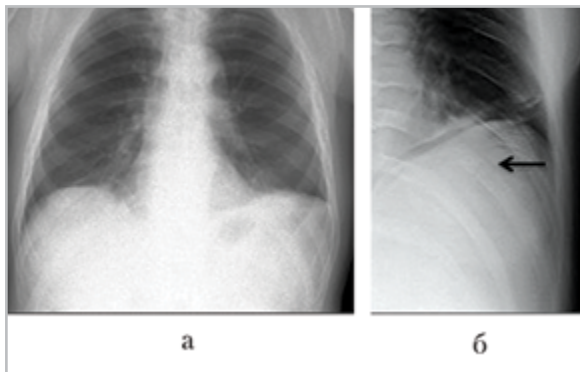


Рис. 5. Рентгенограмма в прямой проекции (а) и томограмма во фронтальной плоскости (б) органов грудной клетки. Определяется поперечный перелом 10-го ребра слева по лопаточной линии с диастазом между отломками до 2 мм (черная стрелка), который отчетливо не визуализировался на рентгенограмме

случаях удалось уточнить взаиморасположение отломков (рис. 5). МСКТ (n = 2; 5,4 %) позволила дополнительно выявить гиповентиляционные изменения, малый гидроторакс, лимфаденопатию средостения (50 %) и исключить тромбоэмболию легочной артерии (50 %).

Стоит отметить, что с помощью цифровых томограмм можно оценить легочную паренхиму, крупные и средние бронхи и сосуды, скелет грудной клетки, однако визуализация органов средостения затруднена. В то же время затруднено определение состояния легочной ткани в наддиафрагмальных и субплевральных областях, особенно при наличии выраженных артефактов от ды-

хания, что является ограничением применения данной методики.

## Выводы

1. ТС уступает МСКТ в диагностике заболеваний органов грудной клетки, однако по сравнению с ЦР в 61,7 % наблюдений позволил получить дополнительную информацию, которая в 31,7 % случаев была клинически значима и позволила изменить тактику дальнейшего обследования пациента.
2. ТС может дополнить алгоритм обследования пациентов с патологией органов грудной клетки в качестве уточняющей методики.

## Список литературы

1. Здравоохранение в России. 2013: Стат. сб. / Росстат. М., 2013. С. 48–60.
2. Колосов В. П., Кочегарова Е. Ю., Нарышкина С. В. Внебольничная пневмония (клиническое течение, прогнозирование исходов). Благовещенск, 2012. С. 5–9.
3. Лукьяненко Н. Я., Брюханов А. В., Колмогоров В. Г., Шойхет Я. Н. Результаты анализа рентгенологических признаков в изучении основных причин врачебных ошибок в диагностике пневмоний // Радиология — практика. 2011. № 5. С. 45–50.
4. Asplund S. A., Johnsson A. A., Vikgren J., et al. Effect of radiation dose level on the detectability of pulmonary nodules in the chest tomosynthesis. *Eur. Radiol.* 2014. V. 24. № 7. P. 1529–1536.
5. Dobbins III J. T., McAdams H. P. Chest tomosynthesis: technical principles and clinical update // *Eur. J. Radiol.* 2009. V. 72. № 2. P. 244–251.

6. Quaia E., Baratella E., Poillucci G. et al. 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. P. 546–553.

## References

1. Zdravooohranenie v Rossii. 2013: Stat. sb. / Rosstat. M., 2013. S. 48–60.
2. Kolosov V. P., Kochegarova E. Ju., Naryshkina S. V. Vnebol'nichnaja pnevmonija (klinicheskoe techenie, prognozirovaniye ishodov). Blagoveshhensk, 2012. S. 5–9.
3. Luk'janenko N. Ja., Brijuhanov A. V., Kolmogorov V. G., Shojhet Ja. N. Rezul'taty analiza rentgenologicheskikh priznakov v izuchenii osnovnykh prichin vrachebnyh oshibok v diagnostike pnevmonij. *Radiologija — praktika.* 2011. No. 5. S. 45–50.
4. Asplund S. A., Johnsson A. A., Vikgren J., Svalkvist A., Flinck A., Boijesen M., Fisichella V. A., Mansson L. G., Bath M. Effect of radiation dose level on the detectability of pulmonary nodules in the chest tomosynthesis. *Eur. Radiol.* 2014. V. 24. No. 7. P. 1529–1536.
5. Dobbins III J. T., McAdams H. P. Chest tomosynthesis: technical principles and clinical update. *Eur. J. Radiol.* 2009. V. 72. No. 2. P. 244–251.
6. 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. No. 20. P. 546–553.

**Сведения об авторах**

**Нечаев Валентин Александрович**, ординатор кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: dfkz2005@gmail.com

**Nechaev Valentin Aleksandrovich**, Resident of Department of Radiology of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, Vucheticha ul., Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: dfkz2005@gmail.com

**Бажин Александр Владимирович**, аспирант кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: avbazhin@yandex.ru

**Bazhin Alexander Vladimirovich**, Postgraduate Student of Department of Radiology of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, Vucheticha ul., Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: avbazhin@yandex.ru

**Новоселова Елена Викторовна**, заведующая рентгеновским отделением ГБУЗ «Городская клиническая больница № 7» Департамента здравоохранения г. Москвы.

Адрес: 115446, г. Москва, Коломенский пр-д, д. 4.

Тел.: +7 (499) 782-30-18. Электронная почта: novela7@mail.ru

**Novoselova Elena Viktorovna**, Chief of Radiology Department, City Clinical Hospital № 7 of Department of Healthcare of Moscow.

Address: 4, Kolomenskij proezd, Moscow, 115446, Russia.

Phone number: +7 (499) 782-30-18. E-mail: novela7@mail.ru

**Финансирование исследования и конфликт интересов.**

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*