

ОСОБЕННОСТИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НОРМАЛЬНОЙ РЕНТГЕНОАТОМИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ЦИФРОВОМ ТОМОСИНТЕЗЕ

*М.М. Никитин – врач-рентгенолог
Г.В. Ратобыльский – д.м.н., зав. отделением лучевой диагностики

ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России
Университетская клиническая больница фтизиопульмонологии
119991 Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- рентгеноанатомия органов грудной полости
- лучевая диагностика легких
- томосинтез легких
- анатомия легких

РЕЗЮМЕ:

Развитие технологии многослойного цифрового томосинтеза позволяет получить более точное изображение внутренних органов и тканей по сравнению с другими традиционными рентгенологическими методами исследования, что достигается возможностью послойной визуализации выбранной анатомической области.

Цель: проанализировать возможности цифрового томосинтеза в оценке структур легких при нормальной рентгеноанатомии органов грудной полости.

Материалы и методы: в исследование были включены пациенты без патологических изменений органов грудной полости, которым был выполнен цифровой томосинтез в прямой и боковой проекциях.

Результаты: на основании проанализированных данных, указаны особенности нормальной рентгеноанатомии органов грудной полости при использовании методики цифрового томосинтеза. Схематично уточнено долевое, сегментарное строение лёгких, а также ход воздухопроводящих путей при послойной визуализации. Описаны преимущества и недостатки метода в изображении лёгких и структур средостения.

Заключение: использование цифрового томосинтеза в оценке органов грудной клетки позволяет более детально определить основные анатомические структуры легких, благодаря послойной визуализации и более высокому пространственному разрешению.

IMAGING FEATURES OF NORMAL RADIOLOGICAL ANATOMY OF THE CHEST CAVITY WITH A DIGITAL TOMOSYNTHESIS

*Nikitin M. M. – MD
Ratobylsky G. V. – MD, PhD, professor

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation
University Clinical Hospital of Phthisiopulmonology
8 structure 2, Malaya Trubetskaya str, Moscow Russian Federation, 119991

KEY-WORDS:

- X-ray anatomy of the chest cavity
- lung X-ray diagnostics
- chest tomosynthesis
- lung anatomy

ABSTRACT:

Development of multilayer digital tomosynthesis technology allows you to get a more accurate imaging of internal organs and tissues in comparison with other traditional radiological methods of investigation, and that is achieved by the possibility of layered imaging of selected anatomical region.

Aim: was to analyze possibilities of digital tomosynthesis in the assessment of lung structure in normal anatomy of organs of chest cavity.

Materials and methods: study include patients without lesions of the chest cavity, who underwent digital tomosynthesis in frontal and lateral projections.

Results: basing on analyzed data, we identified features of normal radiological anatomy of the chest cavity using a technique of digital tomosynthesis. Schematically clarified lobar and segmental structure of lungs, as well as airways according to layered imaging. Advantages and disadvantages of the method in imaging of lungs and mediastinal structures are shown.

Conclusion: the use of digital tomosynthesis in the evaluation of chest organs allows to determine main anatomical structures of lungs in more detail, through layered imaging and a high spatial resolution.

Введение

Развитие технологии многослойного цифрового томосинтеза позволяет получить более точное изображение внутренних органов и тканей по сравнению с другими традиционными рентгенологическими методами исследования [1–3]. По данным многих авторов метод томосинтеза в ряде случаев может использоваться в

диагностике заболеваний легких [4–6]. Основным преимуществом метода является возможность послойной визуализации выбранной анатомической области с произвольными параметрами количества, толщины реконструируемых слоев и расстояния между ними. Принцип метода основан на выполнении серии низко-

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Никитин Максим Михайлович (Nikitin M.M.), e-mail: nikitinm777@gmail.com

дозовых экспозиций (во время движения трубки относительно исследуемого объекта по дуге) и изменении положения в противоположном направлении принимающего устройства – плоскопанельного детектора, что напоминает принцип получения изображений при линейной томографии [7] (рис. 1).

Количество реконструируемых слоев при томосинтезе

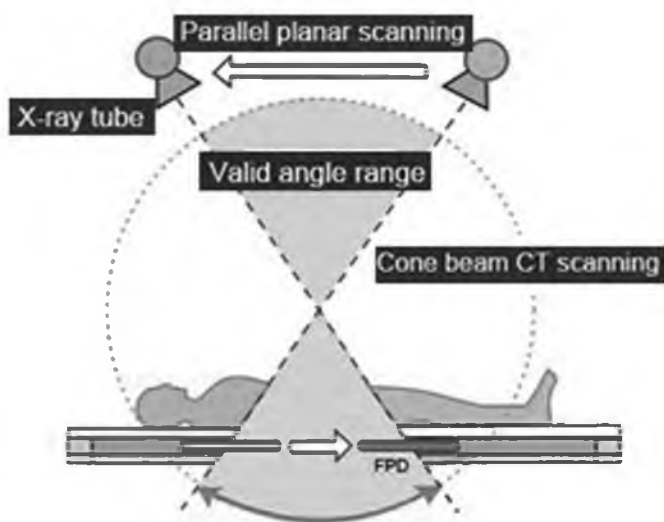


Рис. 1. Схематическое изображение принципа работы томосинтеза. Во время движения трубки выполняется серия низкодозовых экспозиций, при этом принимающее устройство – плоскопанельный детектор движется в противоположном направлении.

органов грудной полости, необходимых для охвата зоны интереса с учетом конституционных особенностей, в прямой проекции варьирует от 67 (при расстоянии между слоями 3 мм) до 201 (при расстоянии между слоями 1 мм), в боковой проекции от 90 до 270 слоев соответственно.

В связи с увеличением использования томосинтеза в

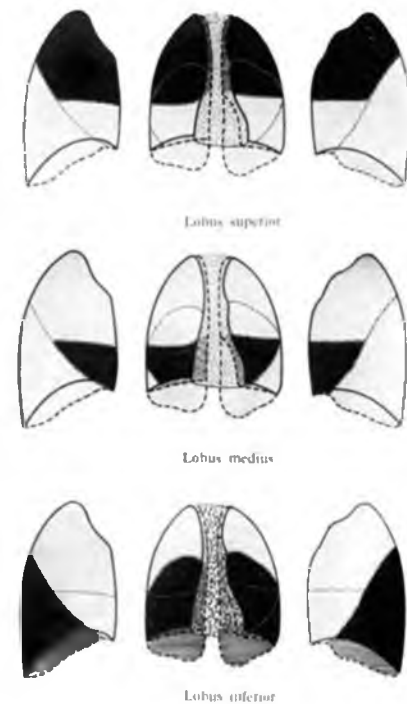


Рис. 2. Схематическое изображение долей легких по Кашиаи и Жебек.

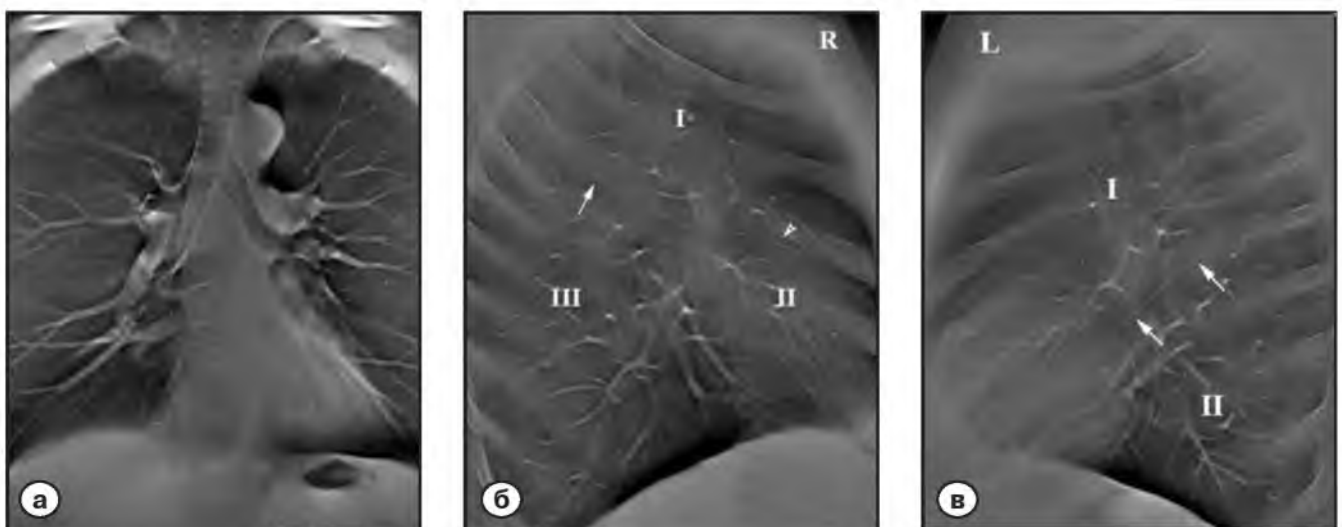


Рис. 3. Цифровой томосинтез органов грудной полости.

а – фронтальная проекция;

б – боковая проекция правого легкого. I – верхняя доля, II – средняя доля, III – нижняя доля, длинная стрелка – большая междолевая щель, короткая стрелка – малая междолевая щель;

в – боковая проекция левого легкого. I – верхняя доля, II – нижняя доля, длинные стрелки – междолевая щель.

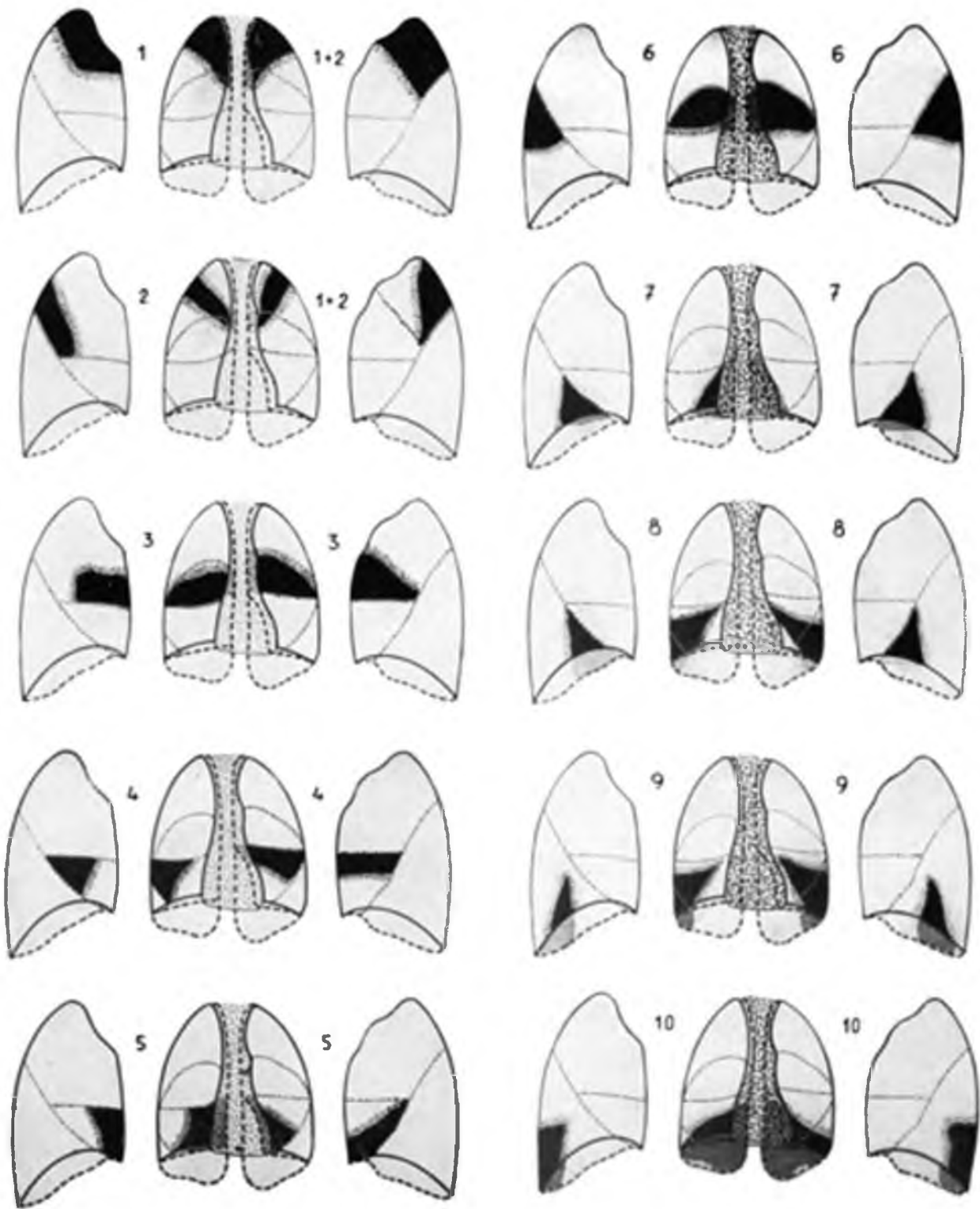


Рис. 4. Схематическое изображение сегментов легких по Кашшаи и Жебек.

диагностике болезней органов дыхания требуется уточнение особенностей визуализации нормальной рентгеноанатомии легких с помощью данного метода.

Основная часть

Согласно комбинированной классификации Кашшаи и Ковач в правом легком выделяют 3 доли: верхнюю,

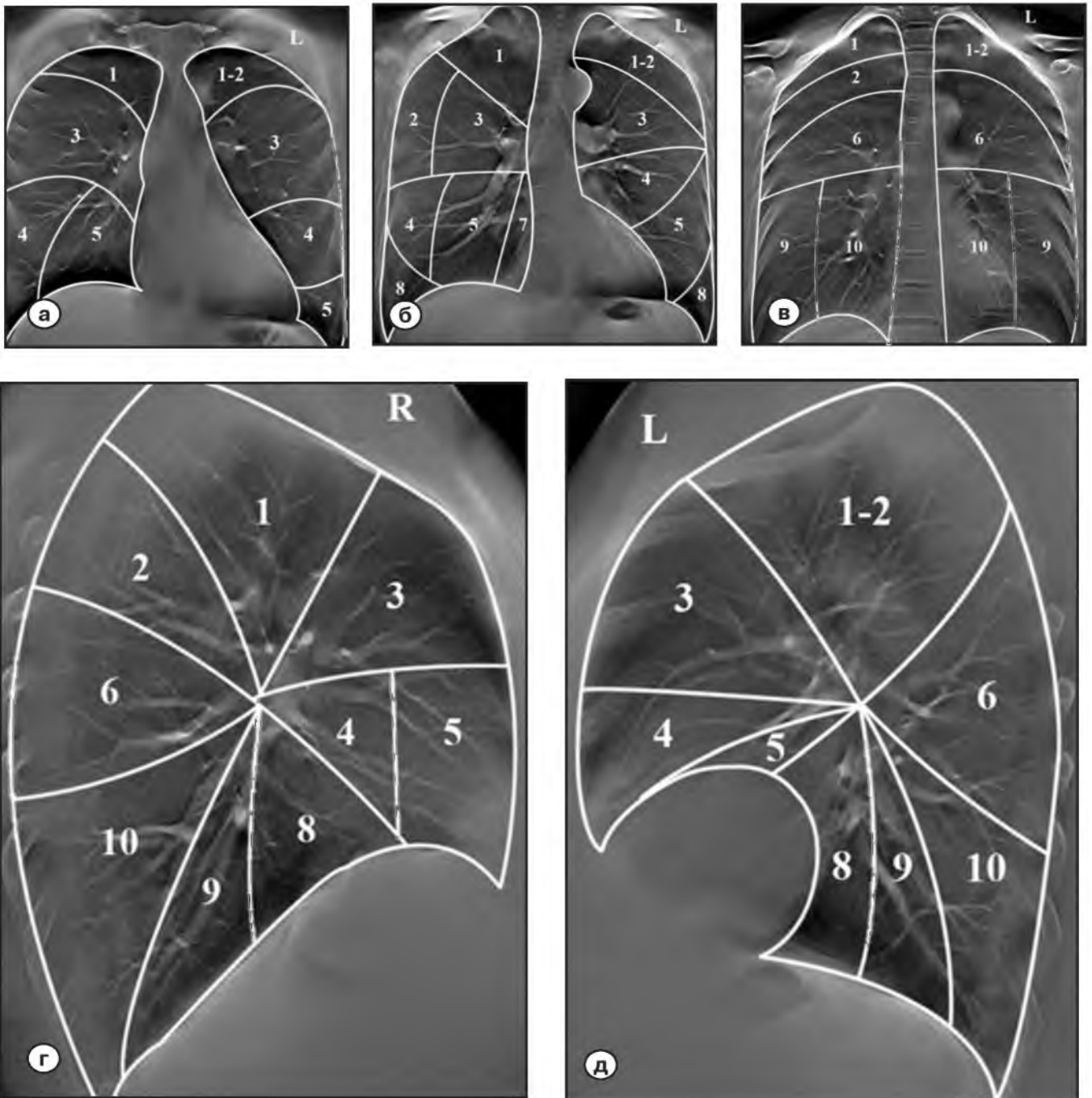


Рис. 5. Схематическое изображение сегментарного строения легких при цифровом томосинтезе:

а – прямая проекция на уровне передних отделов – область грудно-ключичных сочленений;

б – прямая проекция на уровне средних отделов – область корней легких;

в – прямая проекция на уровне задних отделов – область переднего края тел грудных позвонков;

г – боковая проекция на уровне ворот корня правого легкого;

д – боковая проекция на уровне ворот корня левого легкого.

Правое легкое. Верхняя доля: 1 – верхушечный, 2 – задний, 3 – передний. Средняя доля: 4 – латеральный, 5 – медиальный.

Нижняя доля: 6 – верхушечный, 7 – медиальный (сердечный) основной, 8 – передний основной, 9 – латеральный основной, 10 – задний основной.

Левое легкое. Верхняя доля: 1-2 – верхушечно-задний, 3 – передний, 4 – верхний язычковый, 5 – нижний язычковый. Нижняя

доля: 6 – верхушечный, 8 – передний основной, 9 – латеральный основной, 10 – задний основной.

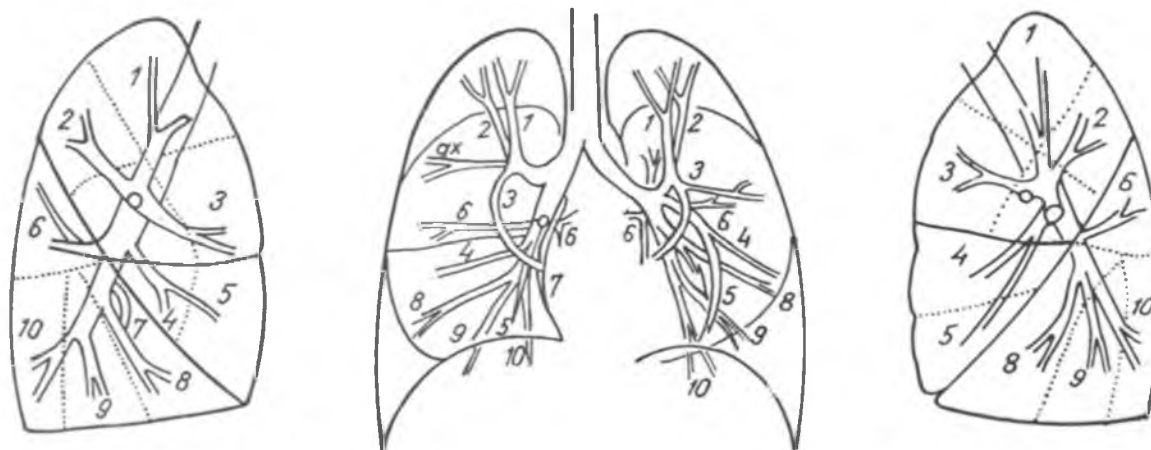


Рис. 6. Схематическое изображение воздухопроводящих путей по Кашшаи и Жебек.

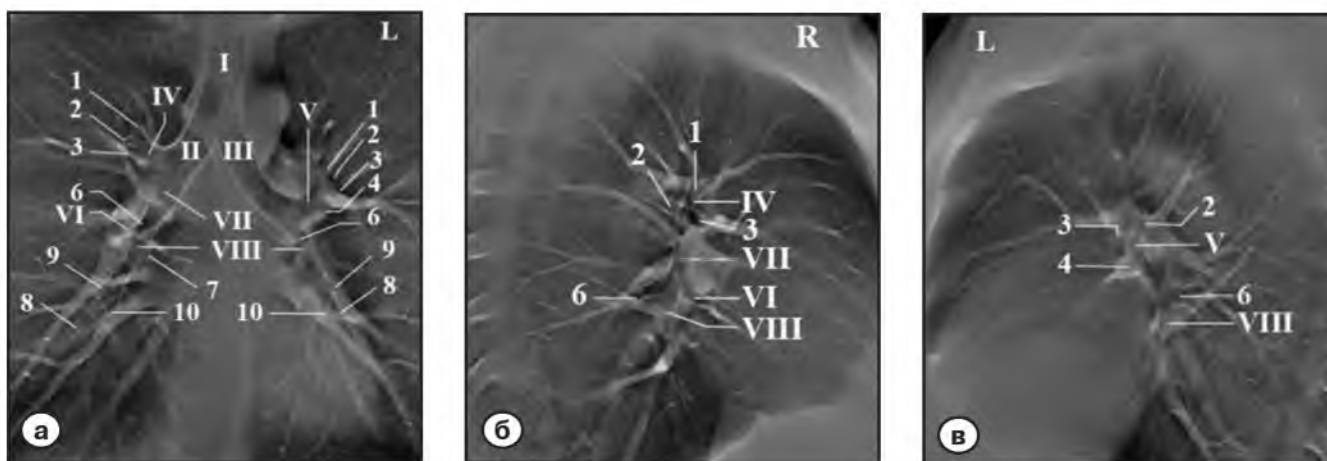


Рис. 7. Воздухопроводящие пути, видимые при томосинтезе органов грудной полости:

а – прямая проекция;

б – боковая проекция правого легкого;

в – боковая проекция левого легкого.

I – трахея, II – правый главный бронх, III – левый главный бронх, IV – правый верхнедолевой бронх, V – левый верхнедолевой бронх, VI – среднедолевой бронх, VII – промежуточный бронх, VIII – правый и левый нижнедолевые бронхи.

Правое легкое. Сегментарные бронхи. Верхняя доля: 1 – верхушечный, 2 – задний, 3 – передний. Средняя доля: 4 – латеральный, 5 – медиальный. Нижняя доля: 6 – верхушечный, 7 – медиальный (сердечный) основной, 8 – передний основной, 9 – латеральный основной, 10 – задний основной.

Левое легкое. Сегментарные бронхи. Верхняя доля: 1 – верхушечный, 2 – задний, 3 – передний, 4 – Br. Lingula. Нижняя доля: 6 – верхушечный, 8 – передний основной, 9 – латеральный основной, 10 – задний основной.

среднюю и нижнюю [8,9]. Границей между долями является большая и малая междолевая щель (борозда). Левое легкое разделено на верхнюю и нижнюю доли междолевой щелью (рис. 2).

При послойной визуализации органов грудной полости, определение границ долей легких не представляет трудностей, благодаря хорошей естественной рентгеноконтрастности тканей. На фоне легочной паренхимы достаточно отчетливо отмечаются тонкие листки междолевой плевры, представляющие собой границы долей (рис. 3). Следует отметить, что плевра, выстилающая легкие снаружи, в норме не дифференцируется от прилежащих мягких тканей и видна лишь при

патологических изменениях, проявляющихся ее утолщением или накоплением жидкостного содержимого между париетальным и висцеральным листками.

Классификация сегментарного строения легких по Кашшаи и Жебек, наиболее часто используемая в практике для уточнения локализации патологического процесса, представлена на рисунке 4. Сегментарное строение легких при послойной визуализации методом томосинтеза в прямой и боковой проекции изображена на рисунке 5.

На срединном слое (область корней легких) в прямой проекции отчетливо прослеживаются воздухопроводящие пути: трахея, главные, долевые бронхи и устья



Рис. 8. Томосинтез органов грудной полости в боковой проекции, слой на уровне тел позвонков. 1 – трахея, I – дуга аорты, 2 – восходящий отдел аорты, 3 – тело грудного позвонка, 4 – межпозвонковое пространство.

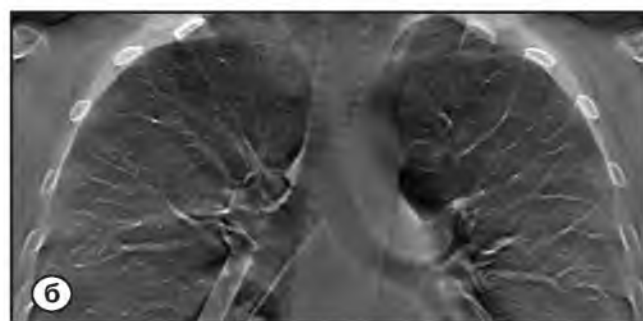
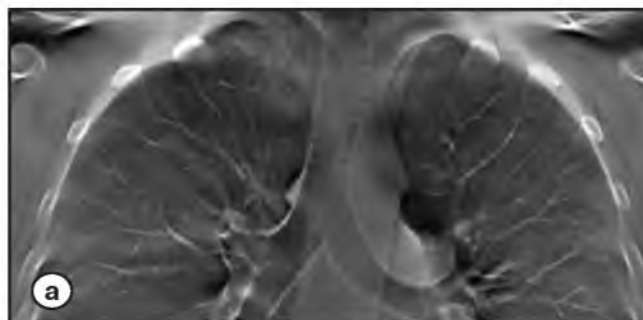


Рис. 9. Фрагмент томосинтеза органов грудной полости в прямой проекции одного и того же пациента, с различной толщиной реконструируемого слоя: а – 11,3 мм; б – 3,7 мм.

сегментарных бронхов, за счет расположения их в плоскости исследования. При анализе нескольких томографических слоев удастся проследить ход отдельных бронхов до субсегментарных уровней включительно. Однако, учитывая разрешающую способность метода и отсутствие аксиальной (поперечной) проекции, объективная оценка состояния бронхов, начиная с дистальных отделов сегментарных бронхов может быть затруднена, особенно при их незначительных изменениях. В связи с особенностью хода и ветвления сегментарных и субсегментарных бронхов, наиболее достоверные данные об их состоянии можно получить используя 2 проекции: прямую и боковую (рис. 6, 7). Кпереди от правого главного бронха располагается правая легочная артерия, которая делится затем на ветви питающие верхнюю, среднюю и нижнюю доли. Левая легочная артерия идет впереди левого главного бронха с дальнейшим разветвлением на мелкие ветви. Легочные вены располагаются в корнях легких спереди по отношению к остальным анатомическим образованиям [8, 10–12].

При осмотре срединного слоя в боковой проекции возможна оценка передне-заднего просвета трахеи, особенностей хода, размеров дуги и восходящего отдела аорты, а также анализ структуры позвонков и высоты межпозвонковых пространств (рис. 8).

Исследование легких методом цифрового томосинтеза обычно проводится с толщиной томографического

слоя равной 3 мм или 1 мм (рис. 9). Для более быстрой обработки данных компьютером и последующего анализа используются слои 3 мм. При этом протяженные структуры, такие как бронхи и сосуды, проходящие в косом направлении относительно плоскости исследования, более наглядно определяются при данной толщине слоя (за счет лучшей дифференцировки их от мелкой полости или очага). В зоне интереса предпочтительнее использовать реконструкцию томографического слоя толщиной 1 мм, позволяющую выявлять мелкие очаги, небольшие полости, более детально визуализировать стенки бронхов.

К недостаткам метода цифрового томосинтеза следует отнести низкую контрастную чувствительность мягких тканей (мышцы, жидкостное содержимое, жировая ткань). По сути их изображение представляет собой гомогенную практически не дифференцируемую структуру. Данный аспект следует учитывать при патологии структур средостения, в частности ВГЛУ. Также особенностью изображения легочной паренхимы при томосинтезе в норме является отсутствие видимого междолькового и внутридолькового интерстиция, вероятнее обусловленного особенностью технических характеристик метода. При этом даже незначительное утолщение или деформация легочного интерстиция при патологическом процессе имеет свое отображение на соответствующих томографических слоях.

Заключение

Методика цифрового томосинтеза, благодаря послойной визуализации и более высокому пространственному разрешению, позволяет более детально определить основные анатомические структуры легких по

сравнению с другими традиционными рентгенологическими исследованиями. Однако в связи с низкой контрастной чувствительностью метода, достоверный анализ мягкотканых структур, в особенности органов средостения, затруднен. ■

Список литературы/References

1. Galea A. et al. Practical applications of digital tomosynthesis of the chest. *Clinical radiology*. 2014; 69(4): 424-430.
2. de Koste J. R. S. et al. Digital tomosynthesis (DTS) for verification of target position in early stage lung cancer patients. *Medical physics*. 2013; 40(9): 091904.
3. Dobbins III J. T. et al. Digital tomosynthesis of the chest for lung nodule detection: interim sensitivity results from an ongoing NIH-sponsored trial. *Medical physics*. 2008; 35(6): 2554-2557.
4. Vikgren J. et al. Comparison of Chest Tomosynthesis and Chest Radiography for Detection of Pulmonary Nodules: Human Observer Study of Clinical Cases 1. *Radiology*. 2008; 249(3): 1034-1041.
5. Quaia E. et al. Digital tomosynthesis as a problem-solving imaging technique to confirm or exclude potential thoracic lesions based on chest X-ray radiography. *Academic radiology*. 2013; 20(5): 546-553.
6. Jung H. N. et al. Digital tomosynthesis of the chest: utility for detection of lung metastasis in patients with colorectal cancer. *Clinical radiology*. 2012; 67(3): 232-238.
7. Никитин М.М. Возможности цифрового томосинтеза в диагностике различных форм туберкулеза легких. *REJR*. 2016; 6 (1): 35-47.
8. Ковач Ф. мл., Жебек З. Рентгеноанатомические основы исследования легких. Будапешт. 1958; 364 С. F. Kovach F, Zhebek Z. X-ray anatomical basics of lungs' examinations. Budapest, 1958; 364S. [In Russ].
9. Трофимова Т.Н. ред. Лучевая анатомия человека. СПб.: Издательский дом СПбМАПО. 2005; 496С. Trofimova T. N. ed. Human X-ray anatomy. SPb.: Publishing house SPbMAPO. 2005; 496S. [In Russ].
10. Сапин М.Р. ред. Анатомия человека. Москва, М.: Медицина. 2001; 640С. Sapin M. R. ed. Human Anatomy. Moscow, M.: Medicine. 2001; 640 s. [In Russ].
11. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека. М.: Медицина. 1996; 344С. Sinelnikov R. D., Sinelnikov Ya. R. Atlas of human anatomy. M.: Medicine. 1996; 344S. [In Russ].
12. Коков Л.С. (Под ред). Атлас сравнительной рентгенохирургической анатомии. М.: Радиология-Пресс. 2012; 388С. Kokov L.S., ed. X-ray Atlas of comparative anatomy. M.: Radiology-Press., 2012; 388S. [In Russ].