



# КТ-диагностика ранних послеоперационных осложнений при лечении рака легкого

**Дворецкая М.А., Дворецкий С.Ю., Сперанская А.А.**

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России,  
ул. Льва Толстого, 6-8, Санкт-Петербург, 197022, Российская Федерация

**Дворецкая Мария Алексеевна**, к. м. н., врач отделения рентгеновской компьютерной томографии № 1 ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России;  
<http://orcid.org/0000-0002-3136-5825>

**Дворецкий Сергей Юрьевич**, д. м. н., доцент, профессор кафедры онкологии факультета послевузовского образования ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России;  
<https://orcid.org/0000-0001-8746-9343>

**Сперанская Александра Анатольевна**, д. м. н., профессор, профессор кафедры рентгенологии и радиационной медицины ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России;  
<https://orcid.org/0000-0001-8322-4509>

## Резюме

**Цель:** оценить возможности компьютерной томографии (КТ) в диагностике и дифференциальной диагностике ранних послеоперационных осложнений при лечении рака легкого.

**Материал и методы.** В отделении торакальной онкологии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России за период с 2014 по 2025 гг. по поводу рака легкого были прооперированы 564 пациента. Средний возраст больных составил  $64 \pm 0,7$  года (от 29 до 90 лет). Выполнено 426 (75,6%) анатомических резекций легких (лобэктомия, билобэктомия) и 138 (24,4%) пневмонэктомий. Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде (до 30 сут) назначалась обзорная рентгенография органов грудной полости. Для диагностики возникших послеоперационных осложнений КТ проведена в 77 случаях (13,6%).

**Результаты.** Серьезные послеоперационные осложнения (IIIВ и выше по классификации Clavien–Dindo–Strasberg) после анатомических резекций легких возникли у 27 (6,3%) пациентов, после пневмонэктомии – у 50 (36,2%). На основании данных КТ осуществлена диагностика и дифференциальная диагностика послеоперационных осложнений при хирургическом лечении рака легкого. Рассмотрены варианты осложнений у пациентов, перенесших открытую или видеоторакоскопическую операцию по поводу рака легкого в раннем послеоперационном периоде.

**Заключение.** КТ позволяет выявить патогномичные признаки разных вариантов ранних послеоперационных осложнений при лечении рака легкого, что имеет существенное значение для тактики ведения пациентов, их выживаемости и прогноза течения заболевания.

**Ключевые слова:** рак легкого; послеоперационные осложнения; компьютерная томография.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Дворецкая М.А., Дворецкий С.Ю., Сперанская А.А. КТ-диагностика ранних послеоперационных осложнений при лечении рака легкого. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2025; 106(1–3): 27–44. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2025-106-1-3-27-44>

**Для корреспонденции:** Дворецкая Мария Алексеевна, e-mail: [mariavasilek.87@mail.ru](mailto:mariavasilek.87@mail.ru)

Статья поступила 04.07.2025

После доработки 20.08.2025

Принята к печати 21.08.2025

## CT Diagnostics of Early Postoperative Complications After Lung Cancer Treatment

**Maria A. Dvoretskaya, Sergey Yu. Dvoretskiy, Aleksandra A. Speranskaya**

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University,  
ul. L'va Tolstogo, 6-8, Saint Petersburg, 197022, Russian Federation

**Maria A. Dvoretzkaya**, Cand. Med. Sc., Physician, X-ray Computed Tomography Department No. 1, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University;

<http://orcid.org/0000-0002-3136-5825>

**Sergey Yu. Dvoretzkiy**, Dr. Med. Sc., Associate Professor, Professor of Chair of Oncology, Faculty of Postgraduate Education, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University;

<https://orcid.org/0000-0001-8746-9343>

**Aleksandra A. Speranskaya**, Dr. Med. Sc., Professor, Professor of Chair of Roentgenology and Radiation Medicine, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University;

<https://orcid.org/0000-0001-8322-4509>

### Abstract

**Objective:** to evaluate the capabilities of computed tomography (CT) in the diagnosis and differential diagnosis of early postoperative complications in the treatment of lung cancer.

**Material and methods.** In the Department of Thoracic Oncology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, 564 patients were operated for lung cancer from 2014 to 2025. The mean age of patients was  $64 \pm 0.7$  (from 29 to 90) years. Surgeries performed included 426 (75.6%) anatomical lung resections (lobectomy, bilobectomy), and 138 (24.4%) pneumonectomies. All patients in the early postoperative period (up to 30 days) were prescribed a chest survey radiography. To diagnose postoperative complications, CT was performed in 77 cases (13.6%).

**Results.** Serious postoperative complications (IIIB and higher according to the Clavien–Dindo–Strasberg classification) after anatomical lung resections occurred in 27 (6.3%) patients, after pneumonectomy – in 50 (36.2%). Based on CT data, diagnostics and differential diagnostics of postoperative complications in surgical treatment of lung cancer were carried out. The variants of complications in patients who underwent open or video-assisted thoracoscopic surgery for lung cancer in the early postoperative period were considered.

**Conclusion.** CT allows identifying pathognomonic signs of different variants of early postoperative complications in the treatment of lung cancer, which is of significant importance for the tactics of patient management, their survival and prognosis of the disease course.

**Keywords:** lung cancer; postoperative complications; computed tomography.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Dvoretzkaya MA, Dvoretzkiy SYu, Speranskaya AA. CT diagnostics of early postoperative complications after lung cancer treatment. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2025; 106(1–3): 27–44 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2025-106-1-3-27-44>

**For corresponding:** Maria A. Dvoretzkaya, e-mail: [mariavasilek.87@mail.ru](mailto:mariavasilek.87@mail.ru)

Received July 4, 2025

Revised August 20, 2025

Accepted August 21, 2025

### Введение / Introduction

По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в мире на различных органах выполняют около 234 млн обширных оперативных вмешательств. Серьезные осложнения развиваются в 3–16% случаев, показатели стойкой нетрудоспособности или смертности в экономически благополучных странах составляют 0,4–0,8%, а в развивающихся – 5–10% [1]. После малоинвазивных эндоскопических торакальных операций частота послеоперационных осложнений колеблется от 1% до 2%, после открытых операций с использованием торакотомного доступа – от 4% до 12% [2].

Существует большое количество различных классификаций послеоперационных осложнений, отражающих их характер, время возникновения, тяжесть состояния пациента и т.д. (например, классификация интраоперационных неблагоприятных инцидентов по R. Satava [3], классификация послеоперационных осложнений Accordion [4],

в том числе ее модифицированный вариант [5]). Однако в клинической практике наиболее удобной и часто используемой является система Clavien–Dindo–Strasberg (табл. 1) [6, 7].

**Цель** – оценить возможность компьютерной томографии (КТ) в диагностике и дифференциальной диагностике ранних послеоперационных осложнений при лечении рака легкого.

### Материал и методы / Material and methods

В отделении торакальной онкологии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России за период с 2014 по 2024 гг. по поводу рака легкого были прооперированы 564 пациента. Средний возраст составил  $64 \pm 0,7$  года (от 29 до 90 лет).

Выполнено 426 (75,6%) анатомических резекций легких (лобэктомия, билобэктомия) и 138 (24,4%) пневмонэктомий. Характер и частота возникших осложнений в раннем послеоперационном

## Классификация послеоперационных осложнений Clavien–Dindo–Strasberg

Table 1

## Clavien–Dindo–Strasberg classification of postoperative complications

Класс / Class	Описание / Description
I	Любое отклонение от нормального течения послеоперационного периода без необходимости медикаментозного лечения или хирургических, эндоскопических, радиологических вмешательств / Any deviation from the normal course of the postoperative period without the need for drug treatment or surgical, endoscopic, radiological interventions
II	Осложнения, требующие лечения медикаментозными препаратами, помимо допускаемых для I класса осложнений, также включены переливание крови и общее парентеральное питание / Complications requiring treatment with medications, in addition to those permitted for class I complications, also include blood transfusion and total parenteral nutrition
III	Осложнения, требующие хирургических, эндоскопических, радиологических вмешательств / Complications requiring surgical, endoscopic, radiological interventions
	A – вмешательства без общего обезболивания / A – interventions without general anesthesia B – вмешательства под общим обезболиванием / B – interventions under general anesthesia
IV	Жизнеугрожающие осложнения (включая осложнения со стороны центральной нервной системы)*, требующие лечения в отделениях реанимации и интенсивной терапии / Life-threatening complications (including ones from the central nervous system)* requiring treatment in intensive care units
	A – дисфункция одного органа (включая гемодиализ) / A – dysfunction of one organ (including hemodialysis) B – полиорганная недостаточность / B – multiple organ failure
V	Смерть пациента / Patient's death

Если у пациента были осложнения во время выписки (которые привели к инвалидности), к соответствующему классу осложнения добавляется суффикс «d» / If a patient had complications at discharge (which resulted in disability), the suffix “d” is added to the corresponding complication class

*Примечание.* \* Кровоизлияние в мозг, ишемический инсульт, субарахноидальное кровоизлияние, но исключая транзиторную ишемическую атаку.  
*Note.* \* Cerebral hemorrhage, ischemic stroke, subarachnoid hemorrhage, but excluding transient ischemic attack.

периоде (до 30 сут после операции) представлены в таблице 2.

Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде (до 30 сут) назначалась обзорная рентгенография органов грудной полости. Для диагностики возникших послеоперационных осложнений КТ проведена в 77 случаях (13,6%).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Серьезные послеоперационные осложнения (IIIВ и выше по классификации Clavien–Dindo–Strasberg) после анатомической резекции легких возникли у 27 (6,3%) пациентов, после пневмонэктомии – у 50 (36,2%).

В настоящее время единой и общепризнанной КТ-классификации послеоперационных осложнений нет, однако по этиологическому механизму развития возможно разделение на следующие группы:

- осложнения воспалительной природы (в плевральной полости – эмпиема, в легочной ткани – бактериальные и вирусные пневмонии);
- сосудистые осложнения (тромбоз легочной артерии (ТЭЛА), гемоторакс, внутрилегочная геморрагическая имбибиция);
- острый ателектаз;
- ранние послеоперационные рецидивы опухоли;
- несостоятельность швов культи крупного бронха, в том числе с формированием бронхоплевральных свищей;
- послеоперационные отеки легких.

Выявление всех перечисленных выше осложнений в раннем послеоперационном периоде меняет обычную тактику ведения пациентов. Для их диагностики и дифференциальной диагностики ранее применялась традиционная рентгенография, позволяющая выявить тяжелые изменения. В последние десятилетия с этой целью использу-

## Осложнения, возникшие после хирургического лечения рака легкого, n (%)

Table 2

## Complications after surgical treatment of lung cancer, n (%)

Осложнение / Complication	Тип вмешательства / Type of intervention	
	Анатомическая резекция легкого / Anatomical lung resection	Пневмонэктомия / Pneumonectomy
Несостоятельность культи бронха / Bronchial stump failure	5 (1,1)	6 (4,3)
Тромбоэмболия легочной артерии / Pulmonary embolism	5 (1,1)	0 (0,0)
Кровотечение / Bleeding	4 (0,9)	13 (9,4)
Внутрибольничная пневмония / Hospital-acquired pneumonia	2 (0,4)	2 (1,4)
Эмпиема плевры / Pleural empyema	0 (0,0)	2 (1,4)
Сосудистые осложнения* / Vascular complications*	3 (0,7)	2 (1,4)

Примечание. \* Инфаркт миокарда, тромбоз легочной вены, мезентериальный тромбоз.

Note. \* Myocardial infarction, pulmonary vein thrombosis, mesenteric thrombosis.

ется рентгеновская КТ с применением многофазного болюсного контрастирования, при которой можно определить весь спектр патологии (в том числе сосудистые изменения).

### Осложнения воспалительной природы

#### Эмпиема плевры

Эмпиема плевры – частое и опасное осложнение, которое возникает в 5–30% случаев после операций на легких. У пациентов, перенесших пневмонэктомию частота развития эмпиемы плевры значительно выше (до 7%), чем после резекции легкого (до 0,9%) [8]. К факторам риска появления эмпиемы плевры относятся: наличие хронических воспалительных процессов в легочной паренхиме, предоперационная химио- и лучевая терапия, расширенные резекции легкого с лимфодиссекцией, несостоятельность культи бронха, завершающая пневмонэктомию после предшествующего оперативного вмешательства, развитие интраплеврального кровотечения, персистирующий послеоперационный пневмоторакс и инородные тела в плевральной полости [9].

По классификации Британского торакального общества выделяют три стадии развития эмпиемы [10]:

- I стадия (серозная) характеризуется накоплением плеврального выпота;
- на II стадии (гнойно-фибринозной) происходит инфицирование плеврального содержимого;
- в III стадии (фибринозной организации) на поверхности легкого образуется капсула, мешающая полной экскурсии, для снятия которой требуется декорткация легкого.

По данным КТ дифференциальная диагностика экссудата от трансудата представляет серьезные затруднения (табл. 3). Однако благодаря КТ эмпиему плевры возможно заподозрить на II и III стадиях по совокупности признаков: повышение плотностных показателей выпота, утолщение плевральных листков, появление разнокалиберных пузырей газа. КТ-ангиография в случае эмпиемы дополняет нативное исследование, но не является необходимым. При выполнении исследования в условиях внутривенного контрастирования отмечается неравномерное утолщение плевральных листков, накопление ими контрастного препарата, в ряде случаев более отчетливо визуализируются спайки, разграничивающие плевральную полость.

#### Клинический пример 1

Пациент Б. 1967 г.р. Правосторонняя пневмонэктомия по поводу плоскоклеточного рака легкого, несостоятельность культи правого главного бронха, эмпиема плевры (верифицирована при торакоскопии). КТ-картина перехода серозной стадии эмпиемы плевры (рис. 1, a, b) в гнойно-фибринозную (рис. 1, c, d) с неравномерным утолщением плевральных листков, накоплением ими контрастного препарата, появлением соединительнотканых септ в правой плевральной полости. Выявляются косвенные КТ-признаки несостоятельности культи правого главного бронха в виде появления пузырьков газа вокруг нее.

#### Послеоперационная пневмония

Нозокомиальные пневмонии являются одним из наиболее частых осложнений после резекций легкого, а также пневмонэктомий. По данным за-

## КТ-признаки эмпиемы плевры

## CT signs of pleural empyema

Стадия / Grade	КТ-картина / CT picture
I (серозная) / I (serous)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выпот в плевральной полости расположен свободно, без КТ-признаков осумкования / Pleural effusion is freely located, without CT signs of encapsulation</li> <li>– Выпот однородный, плотностью до +10 HU / The effusion is homogeneous, with a density of up to +10 HU</li> <li>– Реактивная ипсилатеральная лимфоаденопатия / Reactive ipsilateral lymphadenopathy</li> </ul>
II (гнойно-фибринозная) / II (purulent-fibrinous)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выпот в плевральной полости с участками осумкования, пузырьками газа, наличием септ / Pleural effusion with areas of encapsulation, gas bubbles, and the presence of septa</li> <li>– Повышение плотностных показателей до +25 HU / Increase in density indicators up to +25 HU</li> <li>– Реактивная ипсилатеральная лимфоаденопатия / Reactive ipsilateral lymphadenopathy</li> <li>– Содружественные изменения смежных отделов легочной ткани (участки компрессионного коллапса и округлые ателектазы) / Associated changes in adjacent areas of lung tissue (sites of compression collapse and rounded atelectases)</li> </ul>
III (фибринозной организации) / III (fibrinous organization)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Спаечный процесс в плевральной полости с формированием толстостенной остаточной полости, в той или иной степени коллабирующей легкое, с бронхиальными свищами или без них, с наличием крупных газовых пузырей / Adhesive process in pleural cavity with formation of a thick-walled residual cavity, which to some extent collapses the lung, with or without bronchial fistulas, with large gas bubbles</li> <li>– Плотность выпота до +35 HU / Effusion density up to +35 HU</li> <li>– Реактивная ипсилатеральная лимфоаденопатия, содружественные изменения смежных отделов легочной ткани (плеврогенный цирроз легкого) и в тканях грудной стенки / Reactive ipsilateral lymphadenopathy, concomitant changes in adjacent areas of lung tissue (pleurogenic lung cirrhosis) and in chest wall tissues</li> </ul>

рубежных авторов, частота пневмоний у пациентов после операции на грудной полости составляет 5–25% [11]. Летальность при возникновении пневмонии в послеоперационном периоде достигает 46% [10]. К факторам риска развития послеоперационных пневмоний относятся мужской пол, наличие хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), пожилой возраст, при этом почти в 30% случаев клиническая картина их течения стертая [5]. Дыхательная недостаточность и пневмония – наиболее частые легочные осложнения, возникающие у пациентов после операции на легких, перенесших предшествующую химио- или лучевую терапию.

КТ-семиотика воспалительных процессов на фоне послеоперационных изменений при лечении рака легкого:

- полисегментарная, сливная инфильтрация в легочной ткани, часто с ателектатическим компонентом;
- отсутствие воздушной бронхографии;
- локализация преимущественно в дорзобазальных отделах;
- быстрое формирование деструктивных изменений в легочной ткани;
- быстрая отрицательная динамика (нарастание инфильтрации);
- наличие небольшого по объему реактивного выпота;

– отсутствие выраженной лимфоаденопатии.

Изменения, выявляемые при КТ у пациентов с вирусной пневмонией, а именно с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19), в раннем послеоперационном периоде, имеют особенности, знание которых позволяет своевременно поставить правильный диагноз и изменить лечебную тактику.

КТ-семиотика новой коронавирусной инфекции на фоне послеоперационных изменений:

- диссеминированное поражение;
- обширные фокусы «матового стекла» за счет уплотнения внутри- и междолькового интерстиция;
- ретикулярные изменения;
- фульминантное течение;
- присоединение бактериальной флоры (появление альвеолярной инфильтрации, реактивного выпота на стороне максимально выраженных изменений).

Клинический пример 2

Пациент Р. 1969 г.р. Левосторонняя торакотомия, верхняя расширенная лобэктомия по поводу аденокарциномы легкого. Динамика воспалительной инфильтрации за 7 сут: отмечается увеличение протяженности и выраженности зоны альвеолярной инфильтрации в нижней доле левого легкого без КТ-признаков воздушной бронхографии, далее – формирование мелких (до 0,5 см) полостей деструкции в апикальных отделах S6 нижней доли

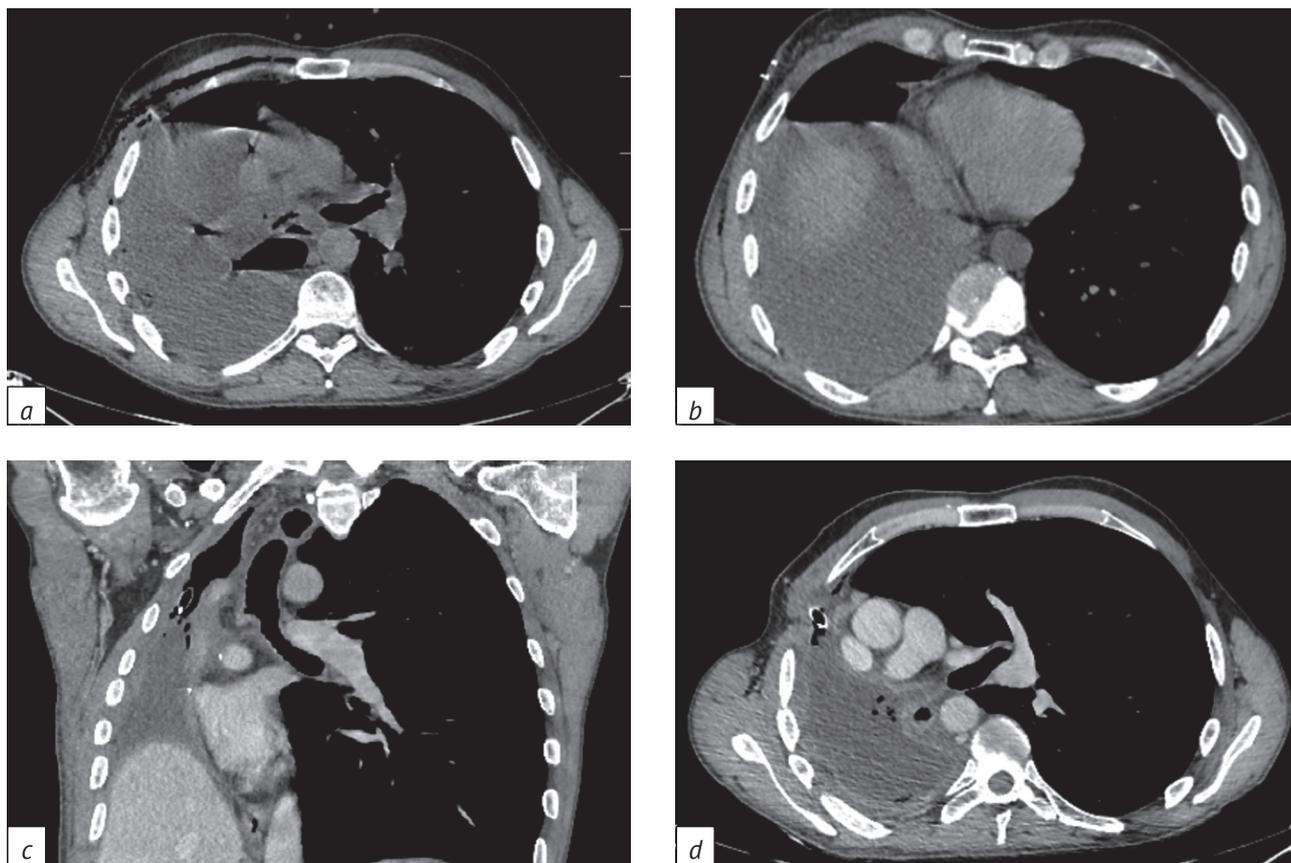


Рис. 1. Пациент Б. 1967 г.р. Правосторонняя пневмонэктомия по поводу плоскоклеточного рака легкого, несостоятельность культи правого главного бронха, эмпиема плевры (верифицирована при торакоскопии):  
*a, b* – КТ от 18.05.2023 г.; *c, d* – КТ от 03.06.2023 г.

Fig. 1. Patient B., born in 1967. Right pneumonectomy for squamous cell lung cancer, right main bronchus stump failure, pleural empyema (verified by thoracoscopy):  
*a, b* – CT scan dated May 18, 2023; *c, d* – CT scan dated July 3, 2023

слева, появление минимального по объему выпота в верхних отделах левой плевральной полости (рис. 2, *a–d*). Через 8 сут наблюдаются уменьшение объема нижней доли левого легкого (за счет ателектатического компонента), элевация левой половины диафрагмы, увеличение размеров полостей деструкции в S6 левого легкого (рис. 2, *e, f*).

В результате лечебных мероприятий состояние пациента стабилизировано, он был выписан из стационара. Через 4 мес после левосторонней торакотомии, верхней лобэктомии КТ-картина поствоспалительных фиброзных изменений в апикальных отделах нижней доли легкого с уменьшением ее объема, наличием плевральных шварт (неравномерное утолщение плевральных листков) и наличием парацитарической эмфиземы в смежных отделах базальных сегментов нижней доли левого легкого (рис. 2, *g, h*).

### Клинический пример 3

Пациентка Ц. 1962 г.р. Состояние после верхней лобэктомии справа по поводу плоскоклеточного рака легкого (верифицированная новая ко-

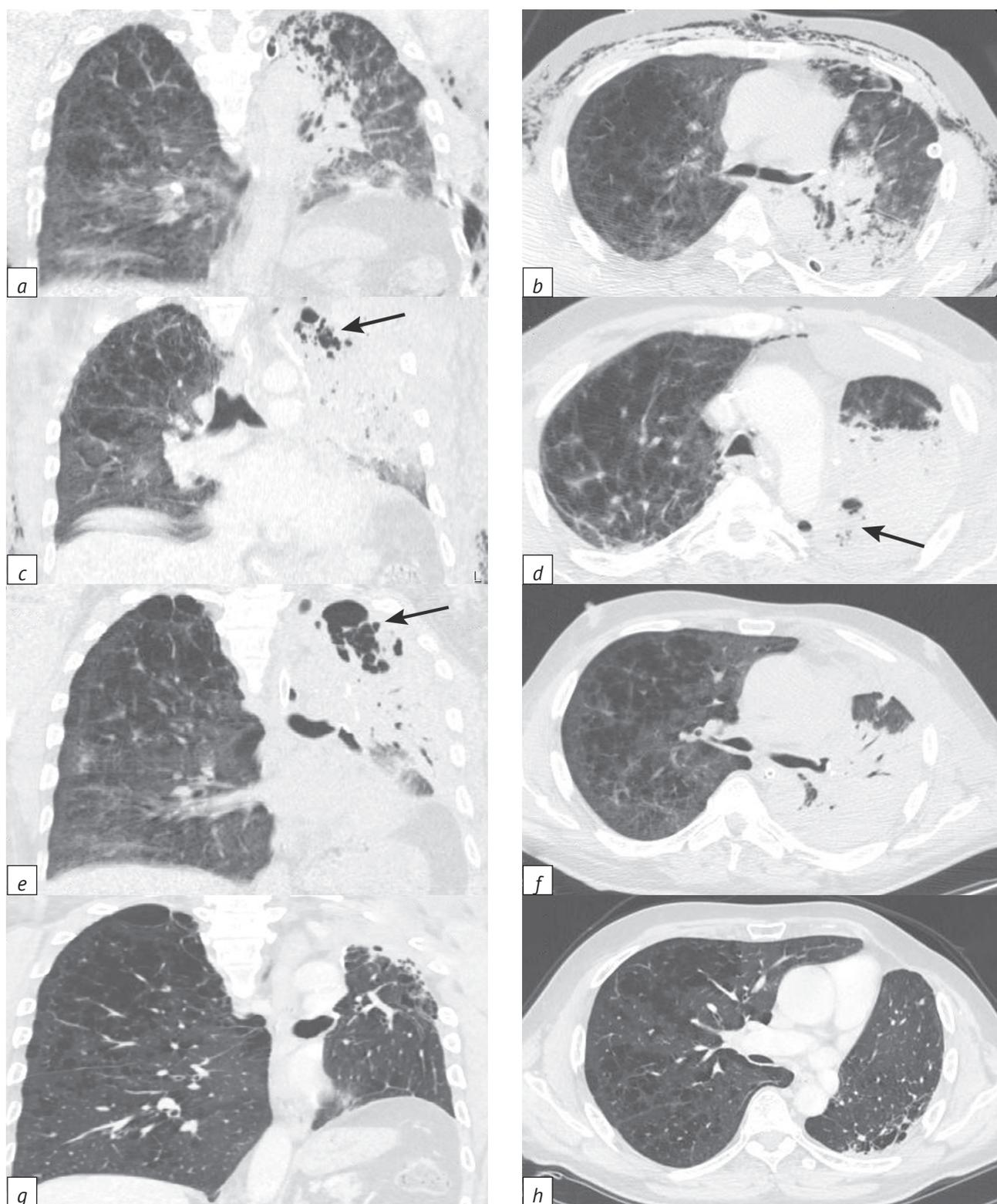
ронавирусная инфекция – COVID-19). Динамика полисегментарной вирусной пневмонии с нарастающим изменением, появлением фокусов альвеолярной инфильтрации в нижних отделах правого легкого (присоединение бактериальной флоры) (рис. 3).

### Сосудистые осложнения

#### Кровотечение

Частота развития кровотечений в послеоперационном периоде составляет 2,5–4,0%. В 47–52% случаев кровотечения являются причиной реторакотомий<sup>1</sup>. Источниками кровотечения являются сосуды резекционной поверхности легочной паренхимы (23%), сосуды грудной стенки (20%), мелкие сосуды диафрагмы (2%), в 20% наблюдений источник кровотечения не определяется [12]. Кровотечение из легочной паренхимы имеет склон-

<sup>1</sup> Дружинин С.Г. Выбор тактики хирургического лечения при свернувшемся гемотораксе. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ярославль; 2016.



*Рис. 2.* Пациент Р. 1969 г.р. Левосторонняя торакотомия, верхняя расширенная лобэктомия по поводу аденокарциномы легкого:

*a, b* – КТ от 06.05.2020 г.; *c, d* – КТ от 13.05.2020 г. (стрелками отмечены мелкие (до 0,5 см) полости деструкции); *e, f* – КТ от 21.05.2020 г. (стрелкой отмечены увеличившиеся в размере полости деструкции в S6 левого легкого); *g, h* – КТ от 18.09.2021 г.

*Fig. 2.* Patient R., born in 1969. Left thoracotomy, extended upper lobectomy for lung adenocarcinoma:

*a, b* – CT scan dated May 6, 2020; *c, d* – CT scan dated May 13, 2020 (arrows indicate small (up to 0.5 cm) cavities of destruction); *e, f* – CT scan dated May 21, 2020 (the arrow indicates the increased size of destruction cavity in S6 left lung); *g, h* – CT scan dated September 18, 2021

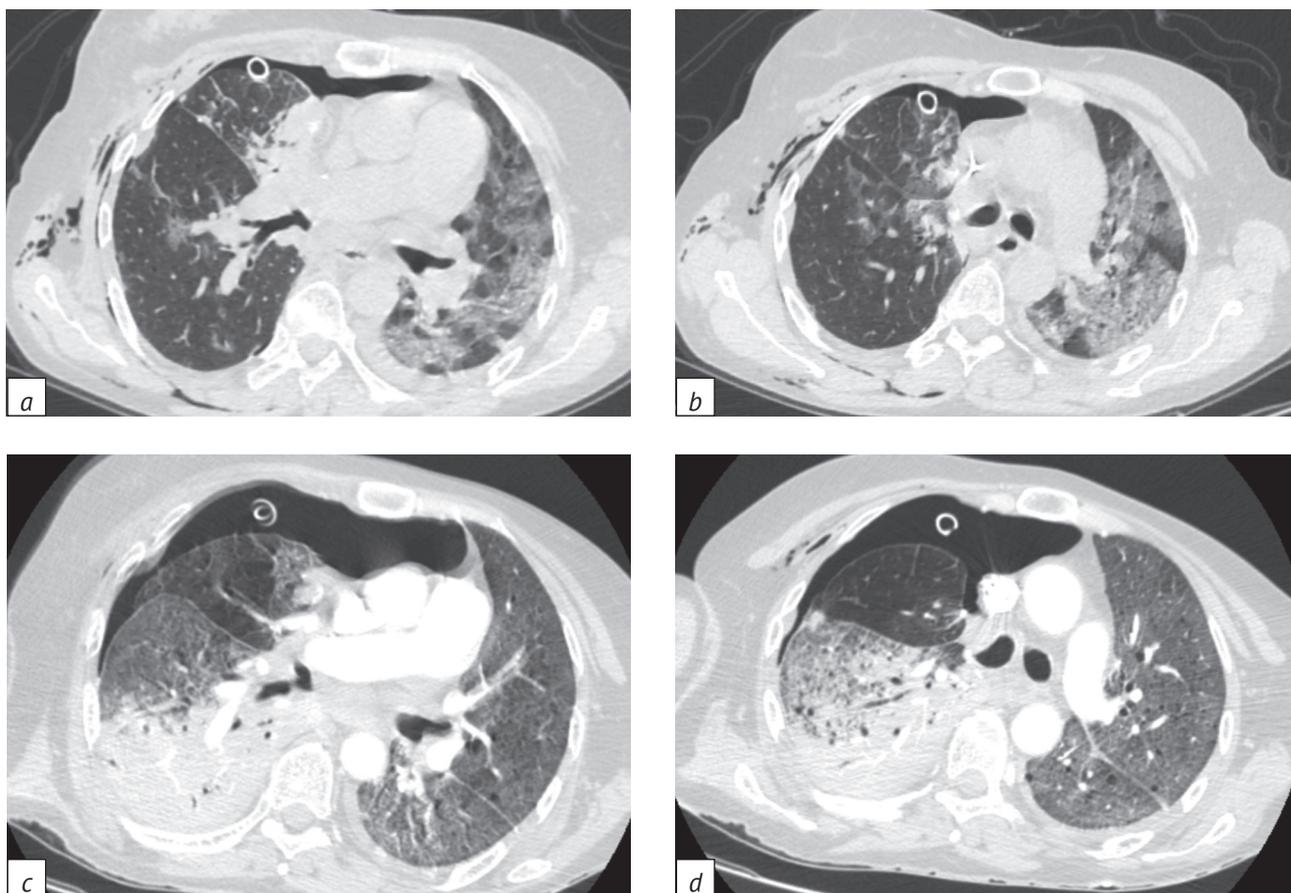


Рис. 3. Пациентка Ц. 1962 г.р. Состояние после верхней лобэктомии справа по поводу плоскоклеточного рака легкого (верифицированная новая коронавирусная инфекция):  
 a, b – КТ от 15.12.2020 г.; c, d – КТ от 20.12.2020 г.

Fig. 3. Patient C., born in 1962. Condition after right upper lobectomy for squamous cell lung cancer (verified new coronavirus infection):

a, b – CT scan dated December 15, 2020; c, d – CT scan dated December 20, 2020

ность к самостоятельной остановке, кровотечение из межреберных, внутренних грудных артерий или крупных сосудов средостения, как правило, не прекращается и приводит к образованию прогрессирующего массивного гемоторакса [2].

КТ-семиотика гемоторакса:

- гиперденсный (более +60 НУ) выпот в плевральной полости (чем раньше срок выполненного исследования, тем выше плотностные показатели);
- формирование высокоплотных (до +90 НУ) сгустков неправильной формы;
- тенденция к осумкованию плеврального выпота;
- выраженное коллабирование смежных отделов легочной ткани;
- возможно выделение объема и формы гемоторакса: локальный (в синусах, над диафрагмой, паракостально и т.д.), плащевидный, тотальный (объемом свыше 1500 см<sup>3</sup>), фрагментарный (не связанные друг с другом, отграниченные скопления сгустков крови в различных отделах плевральной полости).

#### Клинический пример 4

Пациент П. 1957 г.р. Состояние после левосторонней пневмонэктомии по поводу плоскоклеточного рака легкого. КТ-признаки гемоторакса, сгустков в левой плевральной полости, эмфиземы мягких тканей грудной стенки (рис. 4).

#### Тромбоэмболия легочной артерии

ТЭЛА является грозным и часто фатальным осложнением для пациентов в послеоперационном периоде. У онкологических больных риск развития ТЭЛА повышается в 3–5 раз [13, 14]. Частота встречаемости ТЭЛА после операций на легких варьируется от 0,19% до 47% [15]. Вероятнее всего, такой значительный разброс связан с исходным статусом пациентов, наличием сопутствующей коморбидной патологии и другими факторами. Ряд авторов отмечает, что ТЭЛА является второй по частоте причиной смерти онкологических пациентов в раннем послеоперационном периоде [16].

Возникновение ТЭЛА после пневмонэктомии, или резекции легкого в любом объеме, связывают

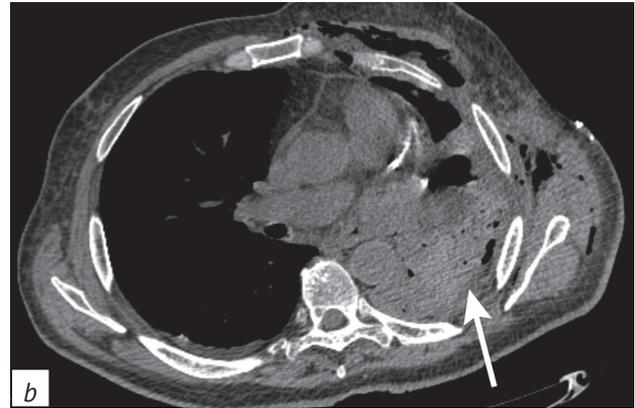
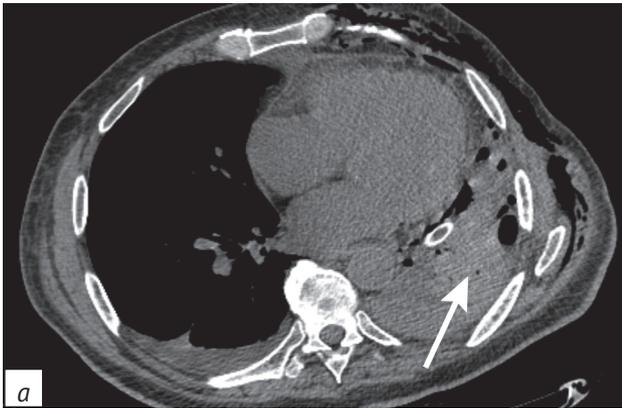


Рис. 4. Пациент П. 1957 г.р. Состояние после левосторонней пневмонэктомии по поводу плоскоклеточного рака легкого. На КТ-изображениях (a, b) стрелками отмечены сгустки в левой плевральной полости

Fig. 4. Patient P., born in 1957. Condition after left pneumonectomy for squamous cell lung cancer. In CT images (a, b), arrows indicate clots in the left pleural cavity

с повышением давления в системе легочной артерии, изменением возврата крови в правые отделы сердца и снижением в связи с этим объема циркулирующей крови [17]. Также значимую роль в развитии ТЭЛА может играть повышение вязкости крови вследствие гиподинамии и несоответствующей коррекции объема циркулирующей крови. Согласно литературным источникам пик развития ТЭЛА у пациентов после пневмонэктомии/лобэктомии чаще всего приходится на 6–7-е сутки послеоперационного периода [18].

В отделении торакальной онкологии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России за период с 2014 по 2024 гг. у пациентов, прооперированных по поводу рака легкого, тромбоэмболия ветвей легочной артерии определялась в 5 случаях после пневмонэктомии, что составило 1,1%. У больных после анатомических резекций в раннем послеоперационном периоде клинических признаков ТЭЛА выявлено не было. По протяженности во всех случаях определялась субмассивная ТЭЛА с наличием тромбов в долевых и сегментарных венозных сосудах.

#### КТ-семиотика ТЭЛА:

– прямые признаки (внутрипросветные и пристеночные дефекты контрастирования легочной артерии);

– косвенные признаки (мозаичность перфузии легочной ткани, инфаркты легкого треугольной формы, субплевральной локализации, и/или фокусы внутриальвеолярного кровоизлияния [20], «скачок» калибра ветвей легочной артерии, локальное обеднение сосудистого рисунка, расширение ствола легочной артерии, сопутствующий плевральный выпот/перикардит, дисковидные ателектазы);

– по протяженности: массивная – поражение более 50% сосудистого русла легких (эмболия легочного ствола или главных легочных артерий), субмассивная – окклюзия 30–50% объема сосудистого русла легких (эмболия нескольких долевых или многих сегментарных ветвей), немассивная – обструкция менее 30% объема сосудистого русла легких (эмболия мелких дистальных легочных артерий) [19].

#### Клинический пример 5

Пациент А. 1954 г.р. Правосторонняя верхнедолевая лобэктомия по поводу аденокарциномы легкого. КТ-признаки ТЭЛА на 3-и сутки после проведения оперативного вмешательства с наличием внутрипросветных и пристеночных тромбов в сегментарных и долевых ветвях легочной артерии с обеих сторон (рис. 5).

#### Геморрагическая имбибиция легкого

Для рентгенолога очень важно на предоперационном этапе оценить вариантную сосудистую анатомию легкого для исключения повреждения сверхкомплектных или аномально расположенных сосудов. Возникновение геморрагической имбибиции в оставшейся части легкого после анатомических резекций связано с интраоперационной травмой дренирующей вены либо остро возникшим ее тромбозом.

В процессе эмбриогенеза у человека формируются четыре легочные вены (по две с каждой стороны), несущие кровь к левому предсердию, причем среднедолевая вена впадает в верхнюю легочную. Такой вариант строения, принятый за норму, по данным разных авторов, встречается у 60–70% населения, но в 30–40% наблюдений анатомия венозных сосудов может быть другой.

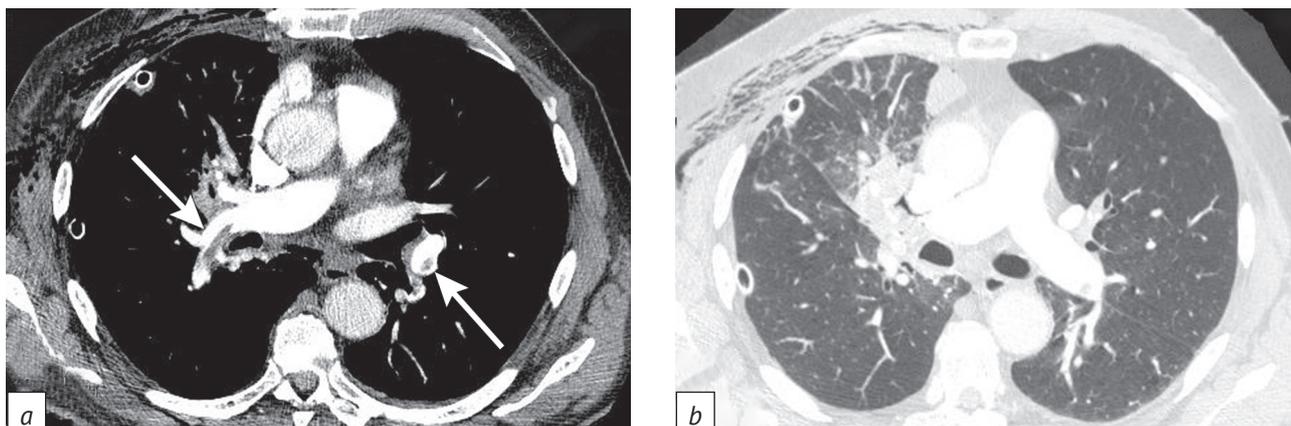


Рис. 5. Пациент А. 1954 г.р. Правосторонняя верхнедолевая лобэктомия по поводу аденокарциномы легкого. На КТ-изображениях (а, б) стрелками отмечены внутрисосудистые и пристеночные тромбы в сегментарных и долевых ветвях легочной артерии с обеих сторон

Fig. 5. Patient A., born in 1954. Right upper lobectomy for lung adenocarcinoma. In CT images (a, b), arrows indicate intraluminal and parietal thrombi in segmental and lobar branches of pulmonary artery on both sides

Так, A. Fourdrain et al. оценили трехмерную КТ-ангиографию у 100 пациентов, которым планировались анатомические резекции легкого. Те или иные особенности строения венозного русла легкого были обнаружены у 36 из них [20]. S. Yamada et al. предоперационно обследовали 86 больных, у 5 из которых выявили aberrантные вены [21]. Нарушение оттока крови вызывает отек и венозное полнокровие участка легкого, что может проявляться клинически внутриплевральным кровотечением, кровохарканьем, нарастанием дыхательной недостаточности, повышением температуры тела, иногда выраженным лейкоцитозом [22].

КТ-семиотика геморрагической имбибиции легочной ткани:

- зоны «матового стекла» за счет внутриальвеолярного заполнения геморрагическим содержимым, ограниченные контуром вторичной легочной доли;
- усиление междолькового интерстиция;

– отсутствие гравитационного эффекта с равномерным характером распределения изменений в соответствующей части легкого.

#### Клинический пример 6

Пациентка Б. 1949 г.р. Состояние после нижней лобэктомии слева по поводу аденокарциномы легкого. На 3-и сутки резкое ухудшение, снижение витальных показателей. Пациентка трактуется как больная с частичным/полным тромбозом легочной вены, имбибицией кровью левого легкого с формированием вторичного интерстициального отека. При КТ-исследовании визуализируются признаки субтотальной геморрагической имбибиции оставшейся ткани верхней доли левого легкого (рис. 6).

#### Острый ателектаз

Острый ателектаз является наиболее частым послеоперационным осложнением, возникающим

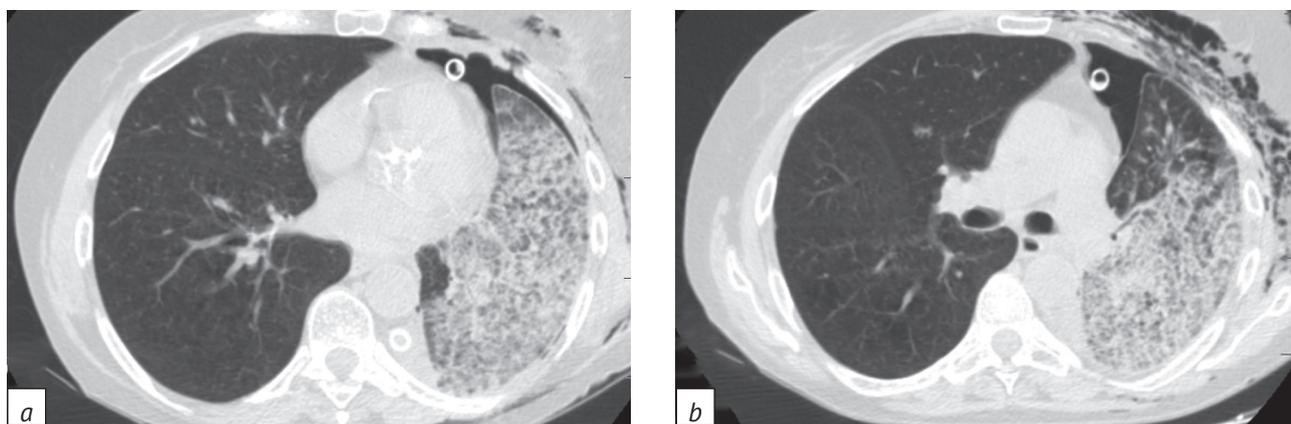


Рис. 6. Пациентка Б. 1949 г.р. Состояние после нижней лобэктомии слева по поводу аденокарциномы легкого. КТ-исследование от 06.05.2020 г. (а, б)

Fig. 6. Patient B., born in 1949. Condition after lower left lobectomy for lung adenocarcinoma. CT scan dated May 6, 2020 (a, b)

у 3–7% пациентов. Ателектаз чаще всего развивается после правой верхней лобэктомии и правой верхней билобэктомии. К основным факторам, способствующим формированию ателектаза, относят гиповентиляцию, отек легких с перегрузкой объемом, снижение активности мукоцилиарного клиренса и наличие ХОБЛ [19]. По этиопатогенетическим факторам и особенностям визуализации при КТ возможно разделение послеоперационных ателектазов на три группы [23]:

– рефлекторный (дисковидный) ателектаз – состояние, при котором происходит спадение альвеол в результате рефлекторной реакции на раздражение нервных окончаний, чаще всего в ответ на боль или травматическое воздействие на легкие (это приводит к уменьшению объема пораженной части легкого и нарушению газообмена);

– компрессионный ателектаз – отражение компрессионного механизма спадения легочной ткани за счет давления извне субстратом в плевральной полости;

– обтурационный ателектаз – соответствует сегментарному строению легких, вызывается инородным телом, опухолью, иным субстратом, блокирующим просвет бронха (при выполнении КТ-ангиографии будут визуализироваться интенсивно контрастированные сосуды, так как нет нарушения притока и оттока крови).

КТ-семиотика острых послеоперационных ателектазов представлена в таблице 3.

#### Клинический пример 7

Пациент Б. 1949 г.р. Состояние после нижней лобэктомии слева по поводу аденокарциномы легкого. Отсутствие значимой динамики острого ателектаза средней доли правого легкого за период динамического наблюдения (рис. 7). КТ-признаки уменьшения объема средней доли правого легкого, сближения в ней элементов легочного рисунка, острой тромбоэмболии сегментарных ветвей легочной артерии с положительной динамикой на фоне терапии антикоагулянтами. При фибробронхоскопии в просветах бронхов правого легкого значительное количество вязкого мутного слизистого содержимого с геморрагическим компонентом, больше в среднедолевом бронхе, после аспирации содержимого поступления свежей крови не отмечается.

#### **Рецидив опухоли в послеоперационном периоде**

По данным литературы, первые два года после оперативного вмешательства при местнораспространенном немелкоклеточном раке легкого считаются критическим периодом, в течение которого выявляется наибольшее количество рецидивов и отдаленных метастазов [24].

В источниках крайне мало данных по частоте встречаемости, особенностям течения и диагностики локорегионарных рецидивов в раннем послеоперационном периоде (до 30 сут после проведения оперативного вмешательства). Под местным рецидивом подразумевается появление очага в оставшейся ткани легкого или бронха на стороне поражения. Регионарным рецидивом считают проявление процесса в ипсилатеральных лимфатических узлах. Под отдаленным метастазированием подразумевается выявленное поражение в отдаленных органах. Скорость появления локорегионарных рецидивов зависит от агрессивности опухоли, а также от радикальности выполненного оперативного вмешательства<sup>2</sup>.

КТ-семиотика локорегионарного рецидива при хирургическом лечении рака легкого:

– появление мягкотканых масс в культе бронха и/или вдоль плевральных листков после пневмонэктомии/лобэктомии;

– накопление (в большинстве случаев неоднородное) контрастного препарата «плюс-тканью»;

– отрицательная динамика нарастания объема поражения за период наблюдения;

– ипсилатеральная лимфоаденопатия.

#### Клинический пример 8

Пациент П. 1957 г.р. Состояние после расширенной комбинированной левосторонней пневмонэктомии с резекцией перикарда, грудной стенки, мышечного слоя стенки пищевода по поводу плоскоклеточного рака легкого (рис. 8, а, b), состоянии после левосторонней пневмонэктомии (24-е сутки после проведения оперативного лечения). КТ-данных за наличие ТЭЛА не получено. КТ-признаки опухолевых масс в переднем субплевральном отделе левого гемиторакса с отрицательной динамикой (рис. 8, с, d) на 44-е сутки после проведения оперативного лечения, появление плевроторакального свища слева.

#### **Несостоятельность швов культи бронха, в том числе с формированием бронхоплевральной фистулы**

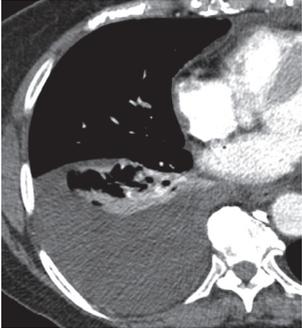
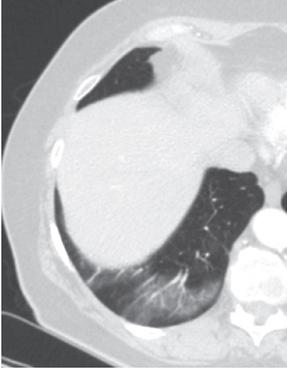
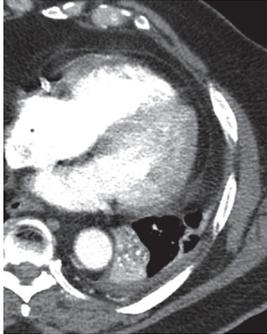
Несостоятельность швов бронха (НШБ), или бронхоплевральная фистула (БПФ) – осложнение лоб- или пневмонэктомии, характеризующееся прохождением воздуха из трахеи и бронхов в плевральную полость на стороне операции и поступлением плеврального экссудата в трахею и бронхи [25]. Оно является основной причи-

<sup>2</sup> Левченко Н.В., Совершенствование бронхопластических вмешательств в хирургии злокачественных новообразований легкого. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург; 2016.

## КТ-семиотика острых постоперационных ателектазов

Table 3

## CT semiotics of acute postoperative atelectases

Вид ателектаза / Type of atelectasis	Семиотика / Semiotics	Пример / Example
Компрессионный / Compression	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Интенсивное контрастирование / Intense contrast</li> <li>– Сдавление легочной ткани извне (выпотом, вследствие элевации купола диафрагмы) / Compression of lung tissue from outside (effusion, due to elevation of diaphragm dome)</li> <li>– Отсутствие втяжения междолевой границы / Absence of interlobar border retraction</li> <li>– Интерстициальные изменения в смежных отделах легких / Interstitial changes in adjacent lung areas</li> </ul>	 <p data-bbox="1007 788 1410 897">Компрессионный ателектаз у пациента с обширным гидротораксом (до 1,5 л) / Compression atelectasis in a patient with extensive hydrothorax (up to 1.5 l)</p>
Рефлекторный / Reflex	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Интенсивное контрастирование / Intense contrast</li> <li>– Линейные участки уплотнения легочной ткани за счет рефлекторного спадения субсегментарных бронхов / Linear areas of lung tissue compaction due to reflex collapse of sub-subsegmental bronchi</li> <li>– Отсутствие втяжения междолевой границы / Absence of interlobar border retraction</li> <li>– Интерстициальные изменения в смежных отделах легких / Interstitial changes in adjacent lung areas</li> </ul>	 <p data-bbox="991 1306 1426 1443">Рефлекторные дисковидные ателектазы на фоне хронического бронхита, хронической обструктивной болезни легких / Reflex discoid atelectases in chronic bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease</p>
Обтурационный / Obturatorive	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Гиперваскулярный или контрастируется минимально, на фоне чего видны сосуды / Hypervascular or minimally contrasted, with visible vessels</li> <li>– Уменьшение объема доли или соответствующего сегмента / Reduced volume of a lobe or corresponding segment</li> <li>– Втяжение междолевой границы / Interlobar border retraction</li> <li>– Интерстициальные изменения в смежных отделах легких / Interstitial changes in adjacent lung areas</li> </ul>	 <p data-bbox="1002 1819 1415 1956">Обтурационный ателектаз у пациента с центральным новообразованием нижнедолевого бронха / Obturative atelectasis in a patient with central tumor in the lower lobe bronchus</p>

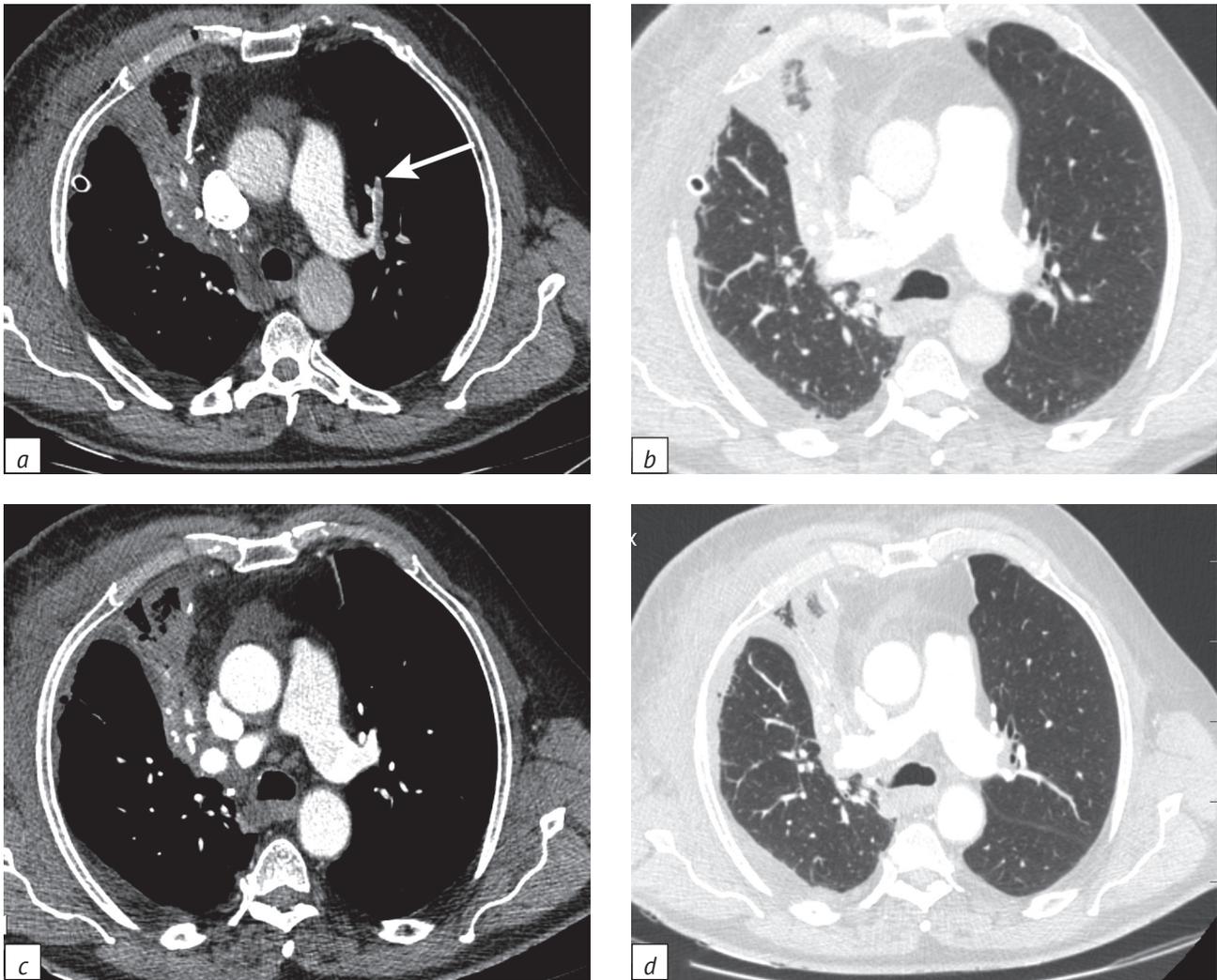


Рис. 7. Пациент Б. 1949 г.р. Состояние после нижней лобэктомии слева по поводу аденокарциномы легкого: *a, b* – КТ от 16.08.2024 г. (стрелкой указана острая тромбоэмболия сегментарных ветвей легочной артерии); *c, d* – КТ от 20.08.2024 г.

Fig. 7. Patient B, born in 1949. Condition after lower left lobectomy for lung adenocarcinoma: *a, b* – CT scan dated August 16, 2024 (the arrow indicates acute thromboembolism of pulmonary artery segmental branches); *c, d* – CT scan dated August 20, 2024

ной смерти пациентов в раннем послеоперационном периоде [26].

Частота встречаемости БПФ составляет около 0,1% после сегментэктомий, 0,2–3% после лобэктомий и достигает 10% после пневмонэктомий. Основная причина смерти пациентов с БПФ – сепсис, вызванный аспирационной пневмонией, эмпиема плевры, реже массивное кровохарканье как результат эрозивного кровотечения из легочной артерии. В зависимости от величины дефекта культи главного бронха различают три степени нестойкости [1]:

- I степень – диаметр свища до 0,4 см;
- II степень – диаметр свища до 1 см;
- III степень – диаметр свища более 1 см и полное расхождение стенок бронха.

По срокам возникновения НШБ условно делят на острую (возникающую в первые 48 ч), раннюю (с 3-х по 14-е сутки) и позднюю (через 15 сут после операции) [27]. Острая и ранняя НШБ развивается при дефектах аппаратного или ручного шва, поздняя чаще имеет ишемический генез.

КТ-семиотика НШБ:

- патогномоничных КТ-признаков нет;
- появление и/или увеличение количества пузырьков газа вокруг культи бронха;
- длительно (более 7 сут) сохраняющийся пневмоторакс, эмфизема средостения, межмышечная эмфизема;
- увеличение количества воздуха в плевральной полости, средостении при контрольных КТ-исследованиях;

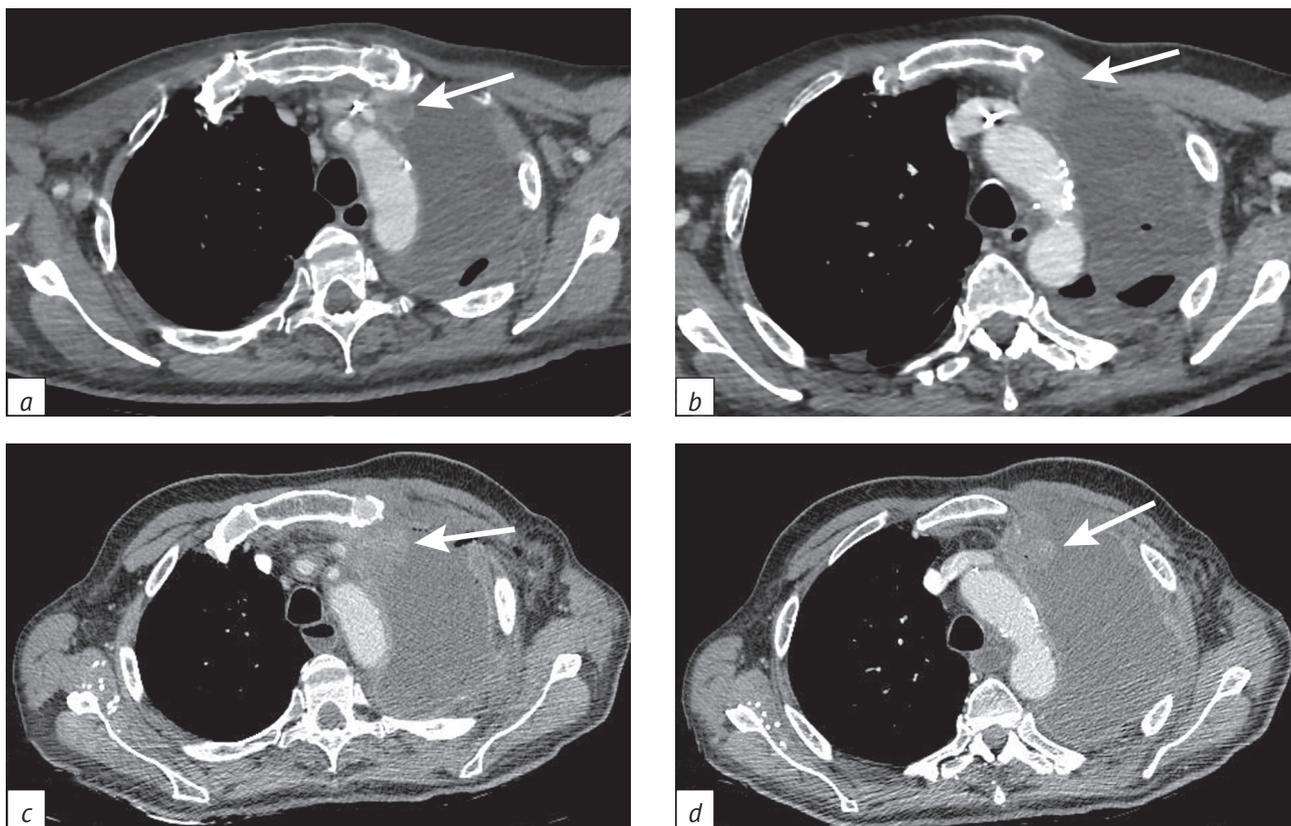


Рис. 8. Пациент П. 1957 г.р. Состояние после расширенной комбинированной левосторонней пневмонэктомии с резекцией перикарда, грудной стенки, мышечного слоя стенки пищевода по поводу плоскоклеточного рака легкого: а, б – КТ от 04.03.2024 г.; в, д – КТ от 30.03.2024 г. (стрелками указаны признаки опухолевых масс в переднем субплевральном отделе левого гемиторакса)

Fig. 8. Patient P., born in 1957. Condition after extended combined left pneumonectomy with resection of pericardium, chest wall, esophageal wall muscular layer for squamous cell lung cancer: а, b – CT scan dated March 4, 2024; в, d – CT scan dated March 30, 2024 (arrows indicate signs of tumor masses in anterior subpleural region of left hemithorax)

– дефект стенки бронха с непосредственной визуализацией бронхоплеврального свища.

#### Клинический пример 9

Пациент Б. 1955 г.р. Состояние после левосторонней пульмонэктомии с резекцией мышечного слоя пищевода по поводу плоскоклеточного рака легкого. На КТ через 12 сут после проведения оперативного вмешательства – признаки значительного по объему левостороннего гидропневмоторакса, скопление газа вокруг культи левого главного бронха (рис. 9). При бронхоскопии – признаки дефекта культи левого главного бронха.

#### Клинический пример 10

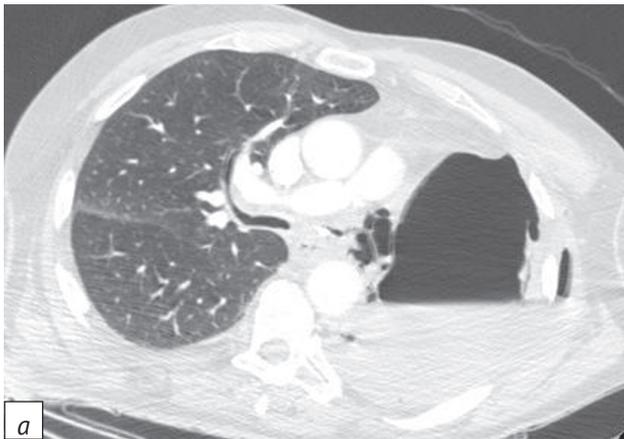
Пациент Б. 1957 г.р. Состояние после комбинированной правосторонней пневмонэктомии с резекцией перикарда по поводу плоскоклеточного рака легкого от 09.03.2023 г. Резекция культи правого главного бронха, закрытие торакастомы от 23.05.2023 г., диагностическая видеоторакоскопия, повторное формирование торакастомы

справа от 19.06.2023 г. КТ-картина от 25.07.2023 г.: состояние после правосторонней торакастомии, сформированного бронхоплеврального свища на уровне культи правого главного бронха (рис. 10).

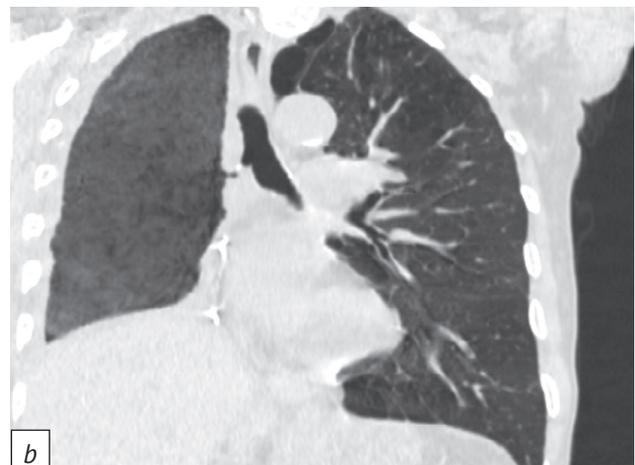
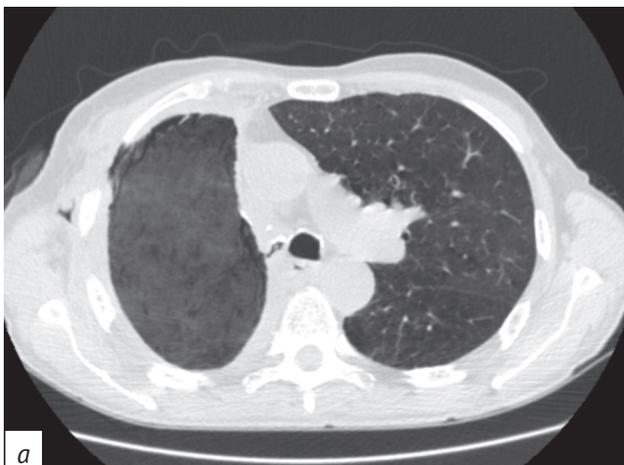
#### Постпневмонэктомический отек легкого

Постпневмонэктомический отек легкого (ППОЛ) – крайне опасное состояние, ассоциирующееся с высокой летальностью, которое может возникать как при избыточной гидратации пациента в периоперационном периоде, так и без нее. Частота встречаемости данного осложнения составляет 2–5%. Несмотря на предпринимаемую активную терапию, смертность достигает 50%. Выделяют отеки, связанные с повышением давления в легочных капиллярах (кардиогенный за счет декомпенсации сердечной недостаточности и некардиогенный), и отеки, возникающие при нарушении функции альвеолокапиллярной мембраны [28].

К факторам, способствующим возникновению послеоперационного отека единственного легкого, относят: перегрузку объемом жидкости,



*Рис. 9.* Пациент Б. 1955 г.р. Состояние после левосторонней пульмонэктомии с резекцией мышечного слоя пищевода по поводу плоскоклеточного рака легкого. КТ от 17.06.2018 г. (через 12 сут после проведения оперативного вмешательства) (a, b)  
*Fig. 9.* Patient B., born in 1955. Condition after left pneumonectomy with esophagus muscular layer resection due to squamous cell lung cancer. CT scan dated June 17, 2018 (12 days after surgery) (a, b)



*Рис. 10.* Пациент Б. 1957 г.р. Состояние после комбинированной правосторонней пневмонэктомии с резекцией перикарда по поводу плоскоклеточного рака легкого. Резекция культи правого главного бронха, закрытие торакастомы, диагностическая видеоторакоскопия, повторное формирование торакастомы справа. На КТ-изображении от 25.07.2023 г. состояние после правосторонней торакастомии, сформированного бронхоплеврального свища на уровне культи правого главного бронха (a, b)  
*Fig. 10.* Patient B., born in 1957. Condition after combined right pneumonectomy with pericardial resection for squamous cell lung cancer. Re-resection of right main bronchus stump, thoracostomy closure, diagnostic videothoracoscopy, re-formation of thoracostomy on the right. CT scan dated July 25, 2023 shows the condition after right thoracostomy, formed bronchopleural fistula at the level of right main bronchus stump (a, b)

повреждение лимфатических протоков при лимфодиссекции, «жесткие» параметры вентиляции с повреждением легочного эндотелия (баротравма), декомпенсацию правожелудочковой недостаточности и факторы, повышающие секрецию цитокинов. ППОЛ чаще возникает после правосторонней пневмонэктомии, имеет в большинстве случаев кардиогенный характер, а пик его приходится на 2–3-и сутки после операции [9].

КТ-семиотика ППОЛ:

– усиление центрального (перибронховаскулярные муфты) и периферического (утолщенные стенки вторичных легочных долек, линии Керли) интерстиция;

– локализация изменений в прикорневых отделах (симптом «бабочки»);  
 – полисерозит (гидроторакс, гидроперикард);  
 – признаки легочной гипертензии, кардиомегалии.

#### Клинический пример 11

Пациент И. 1947 г.р. Центральный плоскоклеточный рак правого легкого с ипсилатеральной лимфоаденопатией бифуркационной, правой бронхопульмональной групп, инвазией в терминальные отделы правой главной ветви легочной артерии, ХОБЛ. КТ-картина центрального новообразования корня правого легкого с ипсилате-

ральной лимфоаденопатией бифуркационной, правой бронхопульмональной групп, инвазией в терминальные отделы правой главной ветви легочной артерии, ХОБЛ (рис. 11).

В связи с распространенной стадией центрального плоскоклеточного рака правого лег-

кого (cT4N1M0) пациенту была выполнена правосторонняя пневмонэктомия. На фоне терапии за период 3-недельного наблюдения отмечена положительная КТ-динамика постпневмонэктомического альвеолярно-интерстициального отека единственного легкого (рис. 12).

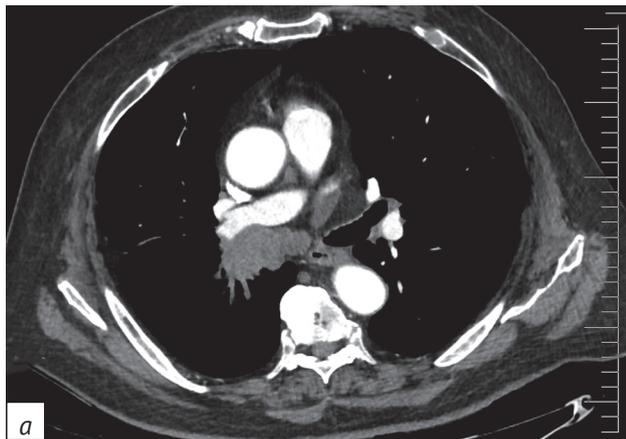


Рис. 11. Пациент И. 1947 г.р. Центральный плоскоклеточный рак правого легкого с ипсилатеральной лимфоаденопатией бифуркационной, правой бронхопульмональной групп, инвазией в терминальные отделы правой главной ветви легочной артерии, хронической обструктивной болезнью легких. КТ-картина от 17.04.2019 г. (a, b)

Fig. 11. Patient I., born in 1947. Central squamous cell carcinoma of the right lung with ipsilateral lymphadenopathy of bifurcation, right bronchopulmonary groups, invasion into the terminal sections of pulmonary artery right main branch, chronic obstructive pulmonary disease. CT scan dated April 17, 2019 (a, b)

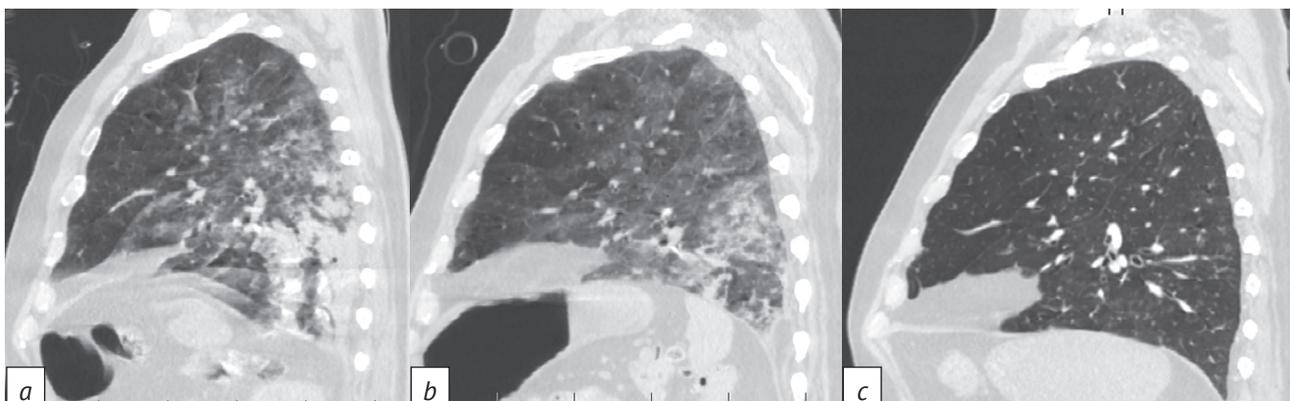


Рис. 12. Пациент И. 1947 г.р. Положительная КТ-динамика постпневмонэктомического альвеолярно-интерстициального отека единственного легкого на фоне терапии за период наблюдения:

a – КТ от 27.05.2019 г.; b – КТ от 31.05.2019 г.; c – КТ от 19.06.2019 г.

Fig. 12. Patient I., born in 1947. Positive CT dynamics of postpneumonectomy alveolar-interstitial edema of a single lung due to therapy during the observation period:

a – CT scan dated May 27, 2019; b – CT scan dated May 31, 2019; c – CT scan dated June 19, 2019

## Заключение / Conclusion

Таким образом, КТ в постоперационном периоде играет роль одновременно экстренной и экспертной методики, позволяющей быстро ответить на все вопросы о послеоперационных осложнениях при хирургическом лечении рака легкого. Мультидисциплинарный подход, знание рентгенологом анамнеза, хода оперативного вмешательства и всех лечебных мероприятий имеют

большое значение для постановки правильного диагноза.

КТ позволяет выявить патогномичные признаки разных вариантов послеоперационных осложнений при лечении рака легкого, что играет существенную роль в выборе тактики ведения пациентов, составлении прогноза течения заболевания и в конечном итоге – в повышении показателей выживаемости.

## Литература

1. Практическое руководство по использованию контрольного перечня ВОЗ по хирургической безопасности: безопасная хирургия спасает жизни. Всемирная организация здравоохранения, 2009. Хирургическая практика. 2013; 4: 63–71.
2. Плаксин С.А., Петров М.Е. Ранние реторакотомии при заболеваниях и травмах груди. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2012; 5: 20–3.
3. Satava RM. Identification and reduction of surgical error using simulation. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2005; 14(4): 257–61. <https://doi.org/10.1080/13645700500274112>.
4. Казарян А.М., Акопов А.Л., Росок Б. и др. Российская редакция классификации осложнений в хирургии. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2014; 173(2): 86–91.
5. Паршин В.Д., Бирюков Ю.В., Гудовский Л.М., Григорьева С.П. Реторакотомия в торакальной хирургии. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2012; 5: 4–9.
6. Clavien PA, Sanabria JR, Strasberg SM. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery.* 1992; 111(5): 518–26.
7. Strasberg SM, Linehan DC, Hawkins WG. The accordion severity grading system of surgical complications. *Ann Surg.* 2009; 250(2): 177–86. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181afde41>.
8. Багненко С.Ф., Тулупов А.Н. Актуальные проблемы диагностики и лечения тяжелой закрытой травмы груди. Скорая медицинская помощь. 2009; 10(2): 4–10.
9. Яблонский П.К., Соколов Е.Г., Васильев И.В. и др. Торакальная хирургия: национальные клинические рекомендации. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014: 160 с.
10. Koegeleberg C, Diacon A, Bolliger C. Parapneumonic pleural effusion and empyema. *Respiration.* 2008; 75(3): 241–50. <https://doi.org/10.1159/000117172>.
11. Труфанов Г.Е., Митусова Г.М. (ред.) Лучевая диагностика заболеваний и повреждений органов грудной полости (атлас рентгено-компьютерно-томографических изображений). СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2008: 365 с.
12. Zhang Z, Liu D, Guo Y, et al. The common causes of conversion of VATS during operation for 248 non-small cell lung cancers. *Zhongguo Fei Ai Za Zhi.* 2011; 14(6): 523–8 (in Chinese). <https://doi.org/10.3779/j.issn.1009-3419.2011.06.08>.
13. Cai B, Bedayat A, George E, et al. Malignancy and acute pulmonary embolism: risk stratification including the right to left ventricle diameter ratio in 1596 subjects. *J Thorac Imaging.* 2013; 28(3): 196–201. <https://doi.org/10.1097/RTI.0b013e3182870bf9>.
14. Klok FA, Barco S, Bertolotti L. Optimal approach to performing and reporting computed tomography angiography for suspected acute pulmonary embolism: a clinical consensus statement of the ESC Working Group on Pulmonary Circulation & Right Ventricular Function, the Fleischner Society, the Association for Acute Cardiovascular Care (ACVC) and the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) of the ESC, Endorsed by European Respiratory Society (ERS), Asian Society of Thoracic Radiology (ASTR), European Society of Thoracic Imaging (ESTI), and Society of Thoracic Radiology (STR). *Radiology.* 2025; 315(3): e243833. <https://doi.org/10.1148/radiol.243833>.
15. Siva R, Idrees JJ, Blackstone EH, et al. Routine venous thromboembolism screening after pneumonectomy: the more you look, the more you see. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 152(2): 524–32.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.03.097>.
16. Mason DP, Quader MA, Blackstone EH, et al. Thromboembolism after pneumonectomy for malignancy: an independent marker of poor outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006; 131(3): 711–8. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.10.027>.
17. Lugassy G, Falanga A, Kakkar A, Rickles F. Thrombosis and cancer. *Wyd Warszawa: Medipage; 2006: 255 pp (in Polish).*
18. Christensen TD, Vad H, Pedersen S, et al. Venous thromboembolism in patients undergoing operations for lung cancer: a systematic review. *Ann Thorac Surg.* 2014; 97(2): 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2013.10.074>.
19. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur J Heart Fail.* 2008; 10(10): 933–89. <https://doi.org/10.1016/j.ejheart.2008.08.005>.
20. Fourdrain A, De Dominicis F, Bensussan M, et al. Three-dimensional computed tomography angiography of the pulmonary veins and their anatomical variations: involvement in video-assisted thoracoscopic surgery-lobectomy for lung cancer. *Folia Morphol.* 2017; 76(3): 388–93. <https://doi.org/10.5603/FM.a2016.0081>.
21. Yamada S, Suga A, Inoue Y, Iwazaki M. Importance of preoperative assessment of pulmonary venous anomaly for safe video-assisted lobectomy. *Inter Cardiovasc Thor Surg.* 2010; 10(6): 851–4. <https://doi.org/10.1510/icvts.2009.221804>.
22. Акопов А.Л., Агишев А.С., Яковлева Н.С. Нарушение венозного оттока после удаления доли легкого. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2023; 182(3): 33–9.
23. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2003: 371 с.
24. Bogot NR, Quint LE. Imaging of recurrent lung cancer. *Cancer Imaging.* 2004; 4(2): 61–7. <https://doi.org/10.1102/1470-7330.2004.0002>.
25. Макаренко Т.П., Харитонов Л.Г., Богданов Л.Г. Ведение больных общехирургического профиля в послеоперационном периоде. 2-е изд. М: Медицина; 1989; 349 с.
26. Аксарин А.А., Тер-Ованесов М.Д. Несостоятельность швов культи бронха в хирургии рака легкого. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2014; 9: 33–6.
27. Вагнер Е.А., Субботин В.М., Маковеев В.И. и др. Эндоскопическая окклюзия культи главного бронха. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1990; 2: 46–8.
28. Штабницкий В.А. Кардиогенный и некардиогенный отек легких. Справочник поликлинического врача. 2017; 6: 38–44.

## References

1. Practical guidance on the use of the WHO checklist for surgical safety: safe surgery saves lives. World Health Organization, 2009. *Surgical Practice*. 2013; 4: 63–71 (in Russ).
2. Plaksin SA, Petrov ME. Early rethoracotomies for diseases and chest traumas. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2012; 5: 20–3 (in Russ).
3. Satava RM. Identification and reduction of surgical error using simulation. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2005; 14(4): 257–61. <https://doi.org/10.1080/13645700500274112>.
4. Kazaryan AM, Akopov AL, Rosok B, et al. Russian edition of the classification of complications in surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2014; 173(2): 86–91 (in Russ).
5. Parshin VD, Biriukov IuV, Gudovskii LM, Grigor'eva SP. Rethoracotomy in thoracic surgery. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2012; 5: 4–9 (in Russ).
6. Clavien PA, Sanabria JR, Strasberg SM. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery*. 1992; 111(5): 518–26.
7. Strasberg SM, Linehan DC, Hawkins WG. The accordion severity grading system of surgical complications. *Ann Surg*. 2009; 250(2): 177–86. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181afde41>.
8. Bagnenko SF, Tulupov AN. Current problems in diagnostics and treatment of closed chest trauma. *Emergency Medical Care*. 2009; 10(2): 4–10 (in Russ).
9. Yablonsky PK, Sokolovich EG, Vasilyev IV, et al. Thoracic surgery: national clinical guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2014: 160 pp (in Russ).
10. Koegeleberg C, Diacon A, Bolliger C. Parapneumonic pleural effusion and empyema. *Respiration*. 2008; 75(3): 241–50. <https://doi.org/10.1159/000117172>.
11. Trufanov GE, Mitusova GM (Eds). Radiation diagnostics of chest diseases and injuries (atlas of X-ray-computer-tomographic images). Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2008: 365 pp (in Russ).
12. Zhang Z, Liu D, Guo Y, et al. The common causes of conversion of VATS during operation for 248 non-small cell lung cancers. *Zhongguo Fei Ai Za Zhi*. 2011; 14(6): 523–8 (in Chinese). <https://doi.org/10.3779/j.issn.1009-3419.2011.06.08>.
13. Cai B, Bedayat A, George E, et al. Malignancy and acute pulmonary embolism: risk stratification including the right to left ventricle diameter ratio in 1596 subjects. *J Thorac Imaging*. 2013; 28(3): 196–201. <https://doi.org/10.1097/RTI.0b013e3182870bf9>.
14. Klok FA, Barco S, Bertoletti L. Optimal approach to performing and reporting computed tomography angiography for suspected acute pulmonary embolism: a clinical consensus statement of the ESC Working Group on Pulmonary Circulation & Right Ventricular Function, the Fleischner Society, the Association for Acute Cardiovascular Care (ACVC) and the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) of the ESC, Endorsed by European Respiratory Society (ERS), Asian Society of Thoracic Radiology (ASTR), European Society of Thoracic Imaging (ESTI), and Society of Thoracic Radiology (STR). *Radiology*. 2025; 315(3): e243833. <https://doi.org/10.1148/radiol.243833>.
15. Siva R, Idrees JJ, Blackstone EH, et al. Routine venous thromboembolism screening after pneumonectomy: the more you look, the more you see. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016; 152(2): 524–32.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.03.097>.
16. Mason DP, Quader MA, Blackstone EH, et al. Thromboembolism after pneumonectomy for malignancy: an independent marker of poor outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006; 131(3): 711–8. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.10.027>.
17. Lugassy G, Falanga A, Kakkar A, Rickles F. Thrombosis and cancer. *Wyd Warszawa: Medipage*; 2006: 255 pp (in Polish).
18. Christensen TD, Vad H, Pedersen S, et al. Venous thromboembolism in patients undergoing operations for lung cancer: a systematic review. *Ann Thorac Surg*. 2014; 97(2): 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.10.074>.
19. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur J Heart Fail*. 2008; 10(10): 933–89. <https://doi.org/10.1016/j.ejheart.2008.08.005>.
20. Fourdrain A, De Dominicis F, Bensussan M, et al. Three-dimensional computed tomography angiography of the pulmonary veins and their anatomical variations: involvement in video-assisted thoracoscopic surgery-lobectomy for lung cancer. *Folia Morphol*. 2017; 76(3): 388–93. <https://doi.org/10.5603/FM.a2016.0081>.
21. Yamada S, Suga A, Inoue Y, Iwazaki M. Importance of preoperative assessment of pulmonary venous anomaly for safe video-assisted lobectomy. *Inter Cardiovasc Thor Surg*. 2010; 10(6): 851–4. <https://doi.org/10.1510/icvts.2009.221804>.
22. Akopov AL, Agishev AS, Yakovleva NS. Venous drainage disorder after pulmonary lobectomies. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2023; 182(3): 33–9 (in Russ).
23. Tyurin I.E. Chest computer tomography. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2003: 371 pp (in Russ).
24. Bogot NR, Quint LE. Imaging of recurrent lung cancer. *Cancer Imaging*. 2004; 4(2): 61–7. <https://doi.org/10.1102/1470-7330.2004.0002>.
25. Makarenko TP, Kharitonov LG, Bogdanov LG. Management of general surgical patients in the postoperative period. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Meditsina; 1989; 349 pp (in Russ).
26. Aksarin AA, Ter-Ovanesov MD. Bronchus sutures failure in lung cancer surgery. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2014; 9: 33–6 (in Russ).
27. Vagner EA, Subbotin VM, Makoveev VI, et al. Endoscopic occlusion of the stump of the main bronchus in its insufficiency. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1990; 2: 46–8 (in Russ).
28. Shtabnitskiy VA. Cardiogenic and non-cardiogenic pulmonary edema. *Spravochnik poliklinicheskogo vracha / Handbook for Polyclinic doctor*. 2017; 6: 38–44 (in Russ).