

ВНЕДОЛЕВАЯ СЕКВЕСТРАЦИЯ — НЕ ВСЕГДА ОЧЕВИДНАЯ ЛУЧЕВАЯ СЕМИОТИКА. ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ОБЗОР. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

¹А. Д. Оборнев^{✉*}, ^{1,3}И. А. Гарапач[✉], ^{1,2}О. С. Маслак[✉], ¹Д. В. Михеев[✉], ¹А. Р. Козак[✉], ^{1,2}П. К. Яблонский[✉],
^{1,3}П. В. Гаврилов[✉]

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

³Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Секвестрация легких — это редкая врожденная патология с частичным или полным отделением и независимым развитием порочно измененной части легочной ткани, которая имеет самостоятельное кровоснабжение, но изолирована от обычных бронхолегочных структур.

ЦЕЛЬ: Определение основных клинико-рентгенологических признаков внутридолевой и внедолевой секвестрации легких, изучение вариабельности кровоснабжения, анализ клинического случая неочевидной рентгенологической картины внедолевой секвестрации — случайной интраоперационной находки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Анализ основных источников по теме «секвестрация легких», найденных в базах PubMed и ScienceDirect, в период с 1979 г. по настоящее время. Клинический случай пациентки с внедолевой секвестрацией, диагностированной интраоперационно.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Проведен анализ литературы основных клинико-рентгенологических характеристик секвестрации легких, особенностей визуализации при использовании различных методов, сложностей дифференциальной диагностики, в том числе на примере клинического случая.

ОБСУЖДЕНИЕ: Особенности кровоснабжения секвестрированных участков требуют верификации диагноза до операции для снижения интраоперационных рисков кровотечения. В диагностике секвестров ключевая роль принадлежит лучевой диагностике, тем не менее в ряде случаев aberrантный сосуд не выявляется вследствие его диаметра или тромбоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Кровоснабжение секвестрации легких крайне вариабельно. В представленном случае внедолевая секвестрация легкого выявлена у пациентки в зрелом возрасте. Точный диагноз до операции не был установлен, так как даже при проведении контрастного исследования не удалось визуализировать aberrантный сосуд. Знание о возможных сложностях при диагностике секвестраций позволит избежать интраоперационных осложнений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: секвестрация, торакальная хирургия, компьютерная томография, пороки развития легких

*Для корреспонденции: Оборнев Александр Дмитриевич, e-mail: nurnberghd@mail.ru.

Для цитирования: Оборнев А.Д., Гарапач И.А., Маслак О.С., Михеев Д.В., Козак А.Р., Яблонский П.К., Гаврилов П.В. Внедолевая секвестрация — не всегда очевидная лучевая семиотика. Иллюстрированный обзор. клинический случай // *Лучевая диагностика и терапия*. 2024. Т. 15, № 1. С. 22–34, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-1-22-34>.

EXTRALOBAR SEQUESTRATION — NOT OBVIOUS RADIOLOGIC FINDING. ILLUSTRATED OVERVIEW. CASE REPORT

¹Aleksandr D. Obornev^{✉*}, ^{1,3}Irina A. Garapach[✉], ^{1,2}Olga S. Maslak[✉], ¹Dmitry V. Mikheev[✉],
¹Andrey R. Kozak[✉], ^{1,2}Petr K. Yablonskiy[✉], ^{1,3}Pavel V. Gavrilov[✉]

¹St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³First Pavlov State Medical University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Bronchopulmonary sequestration is a rare congenital pulmonary malformation. A sequestration is generally defined as non-functioning lung tissue that is not in normal continuity with the tracheobronchial tree and derives its blood supply from systemic vessels.

OBJECTIVE: To define the main clinical and radiologic features of intra- and extralobar sequestration of the lung, to study vessel variability and to analyse case of not obvious CT images of intralobar sequestration that was diagnosed intraoperatively.

MATERIALS AND METHODS: We analysed literature found in PubMed and ScienceDirect regarding lung sequestration since 1979. The case report of a patient with extralobar sequestration diagnosed intraoperatively.

RESULTS: The main clinical and radiologic features of lung sequestration, challenges of differential diagnosis were summarised, including specificity of case report.

DISCUSSION: Presence of aberrant vessel requires verification of pathology before operation due to high risk of haemorrhage. The leading role in the verification belongs to radiologic imaging, however in rare cases aberrant vessel may not be visualised due to small diameter or occlusion.

CONCLUSION: The anatomy of aberrant vessels in sequestrations is extremely variable. In case report sequestration was seen in an adult. The pathology was not diagnosed prior to the operation due to failure of the vessel visualisation. Knowledge of possible diagnostic challenges decreases the risk of intraoperative complications.

KEYWORDS: pulmonary sequestration, thoracic surgery, CT, pulmonary malformations

*For correspondence: Aleksandr D. Obornev, e-mail: nurnberghd@mail.ru.

For citation: Obornev A.D., Garapach I.A., Maslak O.S., Mikheev D.V., Kozak A.R., Yablonskiy P.K., Gavrilov P.V. Extralobar sequestration — not obvious radiologic finding. Illustrated overview. Case report // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2024. Vol. 15, No. 1. P. 22–34, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-1-22-34>.

Введение. Секвестрация легких — это редкая врожденная патология с частичным или полным отделением и независимым развитием порочно измененной части легочной ткани, которая имеет самостоятельное кровоснабжение, но изолирована от обычных бронхолегочных структур. Впервые такой порок был описан К.Рокитанским более 130 лет назад.

Целью исследования являлось определение основных клинико-рентгенологических признаков внутридолевой и внедолевой секвестрации легких, анализ вариабельности кровоснабжения, сравнение с клиническим случаем, представленным в нашем учреждении.

Материалы и методы. Произведен обзор литературы основных источников по теме «секвестрация легких», найденных в базах PubMed и ScienceDirect, в период с 1979 г. по настоящее время. Также приведен клинический случай секвестрации легкого, диагностика которого была затруднена тромбозом aberrантного сосуда.

Результаты. Секвестрация относится к достаточно редким порокам развития бронхолегочной системы и составляет от 0,15% до 6,4% всех врожденных аномалий легких [1]. Секвестрации принято разделять на внутрилегочные и внелегочные (рис. 1).

Внутрилегочная секвестрация, как правило, окружена нормальной паренхимой и не имеет собственной висцеральной плевры, венозный отток осуществляется через легочные вены. Такая форма секвестрации составляет до 75% всех случаев секвестраций с равномерным гендерным распределением [2, 3].

Внедолевая секвестрация встречается в 25% случаев, чаще у мужчин (80%) [3]. При этой форме патологии легочный секвестр имеет собственную висцеральную плевру, венозный дренаж может быть как системным, так и легочным. Такой секвестр

обычно располагается в непосредственной близости от легкого, однако описаны секвестры, расположенные в средостении, забрюшинном пространстве, паравертебральной области и в брюшной полости.

Кровоснабжение секвестрированного участка, как правило, происходит из грудной или брюшной аорты, из межреберных сосудов. Термин «секвестрация» предложен Ргусе и соавторами, которыми также описано отсутствие связи с бронхиальным деревом и наличие патологического кровоснабжения [4].

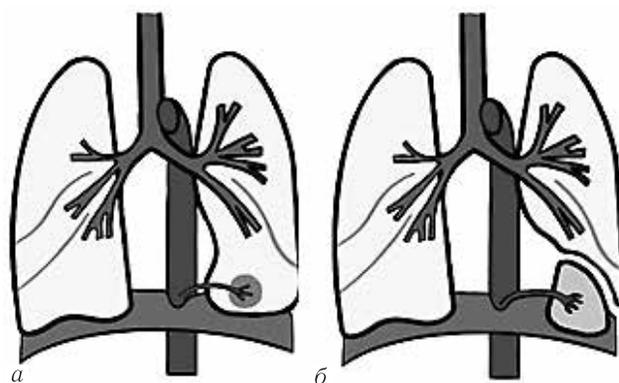


Рис. 1. Схематическое изображение внутрилегочной (а) и внелегочной секвестрации (б) (схема выполнена М. К. Гарапач)

Fig. 1. Schematic image of interlobar (a) and extralobar (b) sequestration

Именно наличие aberrантного сосуда, отходящего от системы большого круга кровообращения, и служит диагностическим критерием секвестрации.

На сегодняшний день внутрилегочный секвестр рассматривается как аномалия развития [5], однако существует теория, что внутрилегочный секвестр имеет приобретенный характер и формируется на фоне хронической легочной инфекции с развитием сосудистого ремоделирования [2]. Эта гипотеза

подтверждается тем фактом, что патология чаще диагностируется в позднем детском возрасте или у подростков с рецидивирующей пневмонией в локализованном сегменте легкого, в 60% случаев выявляется в возрасте до 20 лет. Наиболее частое клиническое проявление — хроническая респираторная инфекция, сопровождающаяся кашлем, одышкой при физической нагрузке, выделением мокроты, болью в спине и кровохарканьем, однако достаточно часто секвестры являются случайной находкой. Внутрилегочный секвестр редко выявляется у детей до 2 лет, внелегочный секвестр, напротив, чаще выявляется у новорожденных с нарушением дыхания и цианозом [6].

Несмотря на отсутствие сообщения с трахеобронхиальным деревом, сообщение секвестра через поры Кона может привести к распространению инфекции на соседнюю паренхиму легкого и осложниться развитием абсцесса и трахеобронхиального свища.

В преобладающем большинстве случаев (98%) секвестры выявляются в нижних долях легких, чаще локализуясь в медиальном и заднебазальных сегментах нижней доли левого легкого [3]. В 60–90% случаев секвестрированный участок находится в нижних отделах левой плевральной полости. Вторая по частоте локализация внутридолевых секвестров — верхние доли, в средней встречаются крайне редко, как и билатерально [6]. При сочетании порока с аномальным легочным венозным возвратом («синдром ятагана») преобладает правостороннее расположение секвестра [7].

Наиболее устоявшаяся патогенетическая теория развития внелегочной секвестрации предполагает, что порок развивается в случае формирования дополнительного зачатка легкого и миграции его вместе с пищеводом каудально [2]. Источником развития легочного секвестра являются добавочные выпячивания первичной кишки, отделившиеся от организующихся легких и затем теряющие связь с первичной кишкой и бронхиальным деревом. Это объясняет варибельность aberrантного кровоснабжения секвестра и встречающееся сообщение с пищеводом. Нередко встречается сочетание пороков: в секвестрированном участке обнаруживаются изменения, характерные для кистозной аденоматозной мальформации II типа [8]. Описаны единичные случаи подковообразной билатеральной секвестрации [9], перикардиальные секвестрации и ассоциации секвестрации с пищеводно-респираторными свищами. Описаны случаи нахождения панкреатической ткани в стенках таких свищей [10].

Внелегочный секвестр часто локализуется между диафрагмой и нижними долями легких и редко под диафрагмой, причем в 63–77% случаев возникает в левом заднем реберно-диафрагмальном синусе между нижней долей и диафрагмой, и только в 10–15% случаев ниже диафрагмы [3]. Внутрибрюшное расположение секвестра чаще всего встречается

у женщин (75%), обычно в виде образования в области левого надпочечника. В единичных наблюдениях внелегочный секвестр располагался в средостении. В 50–60% случаев внелегочная секвестрация сочетается с другими пороками развития, наиболее часто с КАМ II типа, поражающей, как правило, ткань секвестра и реже одну из долей легкого [2, 11]. Другие частые сопутствующие аномалии, встречающиеся более чем у половины пациентов, — бронхогенные кисты, сердечные и сосудистые мальформации, трахео- и бронхопищеводные свищи, воронкообразные деформации грудной клетки, а также диафрагмальные грыжи с сопутствующей гипоплазией легкого, выявляющиеся в 25% наблюдений.

В 72% наблюдений участки легочной секвестрации кровоснабжаются одной крупной или несколькими мелкими ветвями, отходящими от грудной аорты, что может приводить к право-левому шунтированию крови с появлением сердечной недостаточности и легочного кровотечения (рис. 2). Диаметр aberrантного сосуда может колебаться от 2 до 14 мм [12]. Описаны случаи аневризматических изменений aberrантных сосудов, а также формирования фистул с легочными сосудами.



Рис. 2. Аневризмально расширенный сосуд, отходящий от аорты (здесь и далее все представленные наблюдения из архива ФГБУ «СПб НИИФ»)

Fig. 2. Aneurismatic vessel, originating from aorta

Примерно в 20% случаев кровоснабжение может осуществляться из брюшной аорты, чревного ствола (рис. 3, 4) или селезеночной артерии, через межреберную артерию (3%) и редко через подключичную, внутреннюю грудную и перикардиодиафрагмальную артерии [13]. Венозный отток осуществляется, как правило, через систему легочных вен в левое предсердие (95%), приводя к лево-левому шунтированию крови, или в систему верхней полой вены (полу-непарная, непарная, верхняя полая вены), или межреберные вены [14]. Венозный дренаж также может

осуществляться через воротную вену, правое предсердие или нижнюю полую вену.

Внелегочная секвестрация чаще всего представляет собой безвоздушную ткань, в то время как внутридолевые секвестрации могут содержать воздушную ткань, однако нормальное сообщение с бронхиальным деревом отсутствует. При инфици-

У пациентов старшего возраста могут появляться симптомы хронического воспалительного процесса, формироваться бронхоэктазы. При аневризматическом изменении aberrантного сосуда возможно развитие легочного кровотечения или гемоторакса [18].

Лучевая диагностика. Ультразвуковая диагностика используется в качестве первого диагно-

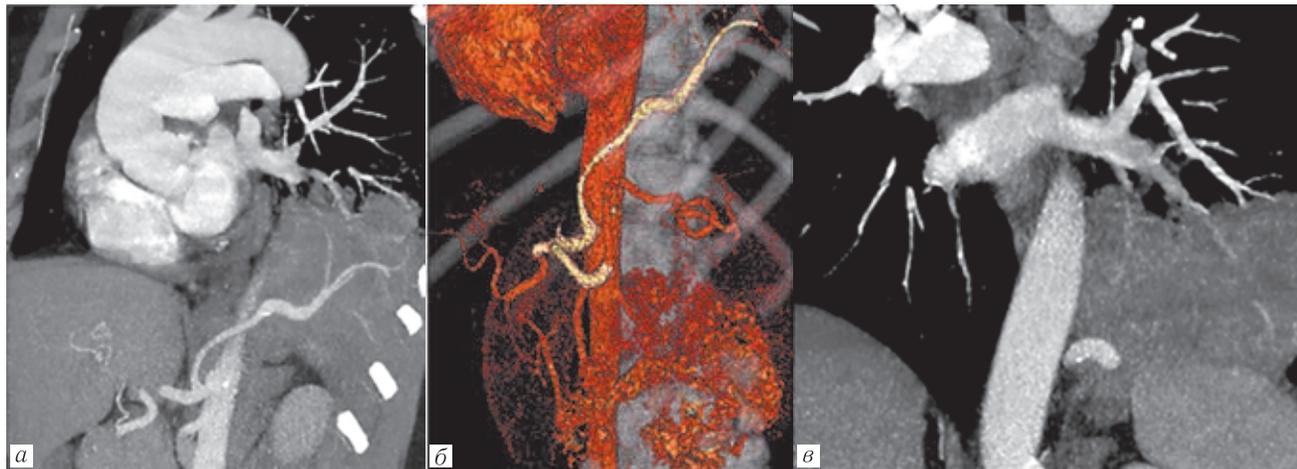


Рис. 3. Левосторонняя нижнедолевая внелегочная секвестрация. Крупная добавочная артерия отходит от чревного ствола (а, б). Венозный отток осуществляется в легочные вены (в)

Fig. 3. Left-sided extralobar sequestration. Large aberrant artery, originating from the visceral trunk (а, б). Venous drainage into pulmonary veins (в)

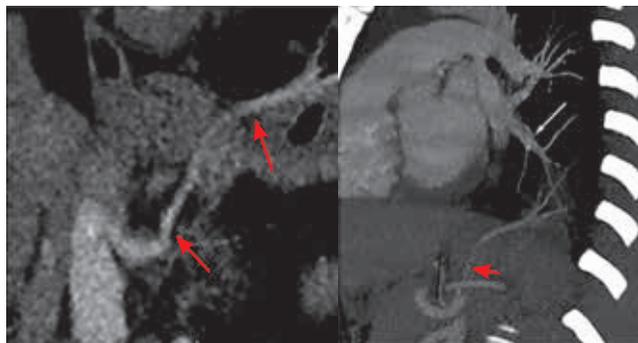


Рис. 4. Левосторонняя нижнедолевая внутрилегочная секвестрация. Добавочная артерия отходит от чревного ствола

Fig. 4. Interlobar sequestration of the left lower lobe. Aberrant artery originates from the visceral trunk

ровании секвестра в нем могут появляться уровни жидкости, небольшое количество газа, может формироваться патологическое сообщение с бронхиальным деревом (рис. 5). При хроническом воспалительном процессе в секвестрированном участке описана его малигнизация, развитие мезотелиомы плевры и формирование множественных карцином [15, 16]. При внедолевой секвестрации в 50% случаев также отмечаются пороки развития диафрагмы [17].

Клиническая картина секвестрации яркая, как правило, только у детей [3]. При этом отмечаются одышка, кашель с трудно отделяемой мокротой, цианоз. У взрослых секвестрация, как правило, является случайной рентгенологической находкой.

стического метода для оценки предполагаемого наддиафрагмального образования грудной клетки в детском возрасте и является основным методом визуализации при пренатальной визуализации. Возможности ультразвуковой диагностики при выявлении секвестрации ограничены анатомией исследуемой области (ребра, воздушное легкое или заполненные воздухом кисты), а в случае пренатального обследования — ослабление луча тканями матери. На долю легочных секвестров приходится до 23% пренатально выявленных аномалий легких. Внутрилегочный секвестр визуализируется в грудной клетке, чаще в области левого реберно-диафрагмального синуса, как округлое солидное, четко очерченное образование. В случае изолированного порока структура секвестра однородная, при сочетанных аномалиях в структуре выявляются кистозные включения, единичные или множественные, вплоть до субтотального замещения паренхимы [19]. Внелегочный секвестр может выявляться также в забрюшинном пространстве, в брюшной полости, в средостении. В зависимости от локализации и размера, секвестр может сдавливать или смещать прилежащие органы. В 6–10% случаев выявляется ипсилатеральный плевральный выпот, что связывают с развитием венозной обструкции [20]. Цветовая и энергетическая доплерография позволяет выявить питающую артерию и дренирующие вены и уже на этапе пренатальной диагностики другие патологические состояния, включающие КАМ II типа, бронхогенные кисты, дубликативные кисты

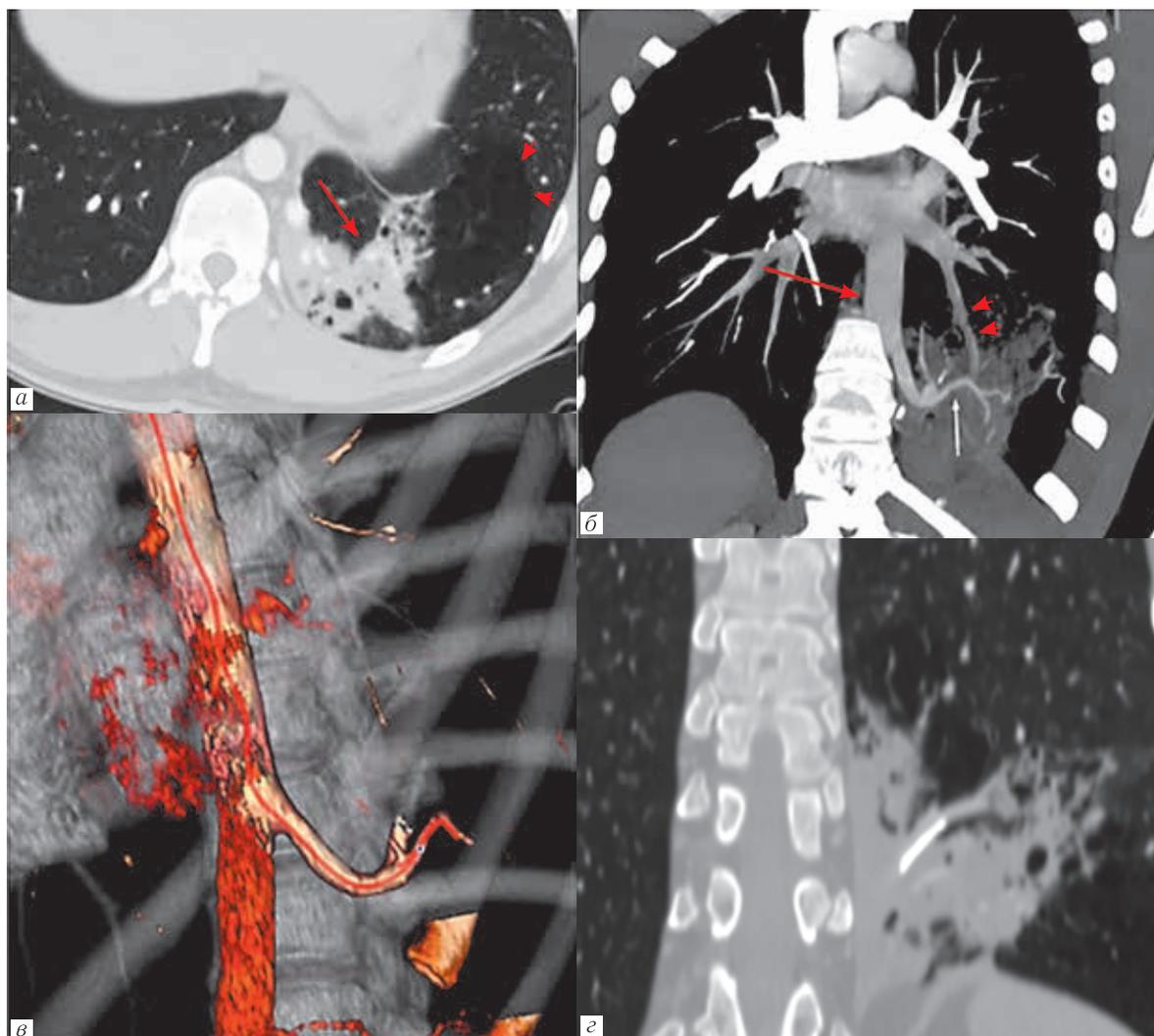


Рис. 5. Левосторонняя нижнедолевая внутрилегочная секвестрация. В медиобазальных отделах левого гемиторакса — зона консолидации и кистозной перестройки, в прилежащих отделах — участки вздутия, часть кист с уровнем жидкости (*а*). Кровоснабжение происходит из крупной артерии, отходящей от аорты, венозный отток через легочные вены (короткие стрелки (*б, в*)). В просвете ветви добавочной артерии линейный кальцинат (*г*)

Fig. 5. Interlobar sequestration of the left lower lobe. Consolidated pulmonary tissue in the mediobasal part of the pleural cavity (*a*). Aberrant artery originating from aorta, venous drainage into pulmonary veins (*б, в*). Linear calcification in the artery lumen (*г*)

кишечника, нейробластому, гематому надпочечников, гемолимфангиому и тератому. Наличие секвестрации плода может сопровождаться также отеком плода, полигидрамниозом [21].

При *рентгенографии грудной клетки* внутрилегочная секвестрация проявляется в виде солитарного участка уплотнения с ровными или фестончатыми контурами, в большинстве случаев локализующегося в заднебазальных отделах нижней доли левого легкого [3]. Структура может быть однородной, но в случае наличия связи с бронхиальным деревом содержать включения газа и жидкости [22]. Дифференциальная диагностика проводится с воспалительными изменениями, новообразованиями, ателектазами (рис. 6, 7).

Внелегочный секвестр при локализации в плевральной полости проявляется в виде четко очерченного образования овальной или пирамидальной формы,

располагающегося вдоль заднемедиальной поверхности левого легкого в плевральной полости. Структура однородная, наличие газа в внелегочном секвестре возможно только при наличии связи с желудком или кишкой, что помогает выявить исследование с барием [3]. При расположении секвестра в средостении, забрюшинном пространстве и в брюшной полости рентгенография малоэффективна [23].

Компьютерная томография является стандартом в диагностике легочных секвестров, позволяя точно оценить расположение и выявить особенности кровоснабжения.

Компьютерная томография позволяет быстро и всесторонне оценить дыхательные пути, паренхиму легких, кровеносные сосуды и окружающие структуры. Двухэнергетическая компьютерная томография с дозой меньшей или сопоставимой с одноэнергетической компьютерной томографией



Рис. 6. В медиобазальных отделах левого легкого зона неоднородной консолидации треугольной формы
Fig. 6. Triangular-shaped consolidation in the mediobasal part of the pleural cavity



Рис. 7. В медиобазальных отделах левого легкого четко очерченное округлое образование
Fig. 7. Oval-shaped consolidation in the mediobasal part of the pleural cavity

позволяет оптимизировать контрастирование тканей и сосудов, оценить функциональные параметры, такие как перфузия тканей.

Картина при компьютерной томографии достаточно вариабельна и зависит от локализации и структуры секвестра [3]. В 37% случаев секвестр представлен однородной солидной структурой, в 32% отмечаются множественные жидкостные кистозные включения, в 20% случаев в секвестре содержатся воздушные полости, у 10% пациентов — воздушные полости с уровнем жидкости и у 4,5% — бронхоэктазы. Наличие жидкостного содержимого с уровнем указывает на связь с трахеобронхиальным деревом и может имитировать другие состояния: абсцесс легкого, деструктивную пневмонию, грибковую или

микобактериальную инфекцию, опухоль с деструкцией или отграниченную эмпиему [23]. При инфицированном легочном секвестре может наблюдаться усиление контрастирования окружающей легочной паренхимы, тонкие стенки кист могут становиться нечеткими и заполняться выпотом. По периферии секвестра возможно наличие эмфизематозных изменений (рис. 8–10).

Кистозные включения и бронхоэктазы могут формироваться как результат рецидивирующих воспалительных изменений в секвестре с распространением на прилежащую легочную ткань. Внелегочные секвестры могут сопровождаться ипсилатеральным выпотом из-за нарушения оттока лимфы через расширенные лимфатические сосуды.

В структуре секвестров могут выявляться кальцинаты, которые могут быть диффузными или периферическими в пределах секвестра и aberrантной артерии, что связывают с развитием раннего атеросклероза [23].

Компьютерная томография с внутривенным контрастированием и МР-ангиография играют ключевую роль в оценке кровоснабжения при подозрении на наличие легочного секвестра. Как упоминалось выше, выявление aberrантного сосуда играет критическую роль в дифференциальной диагностике легочных секвестров. В большинстве случаев внутрилегочный секвестр кровоснабжается единственным артериальным сосудом, отходящим от нисходящей грудной аорты (73% случаев), и достигает секвестра после прохождения через ипсилатеральную нижнюю легочную связку. Множественные сосуды выявляются в 16% случаев внутрилегочных секвестров [3]. Средний диаметр питающей артерии составляет 6,3–6,6 мм, но он может достигать 2,5 см и приближаться к размеру аорты у новорожденных. В редких случаях системная артерия очень тонкая (1 мм или менее)

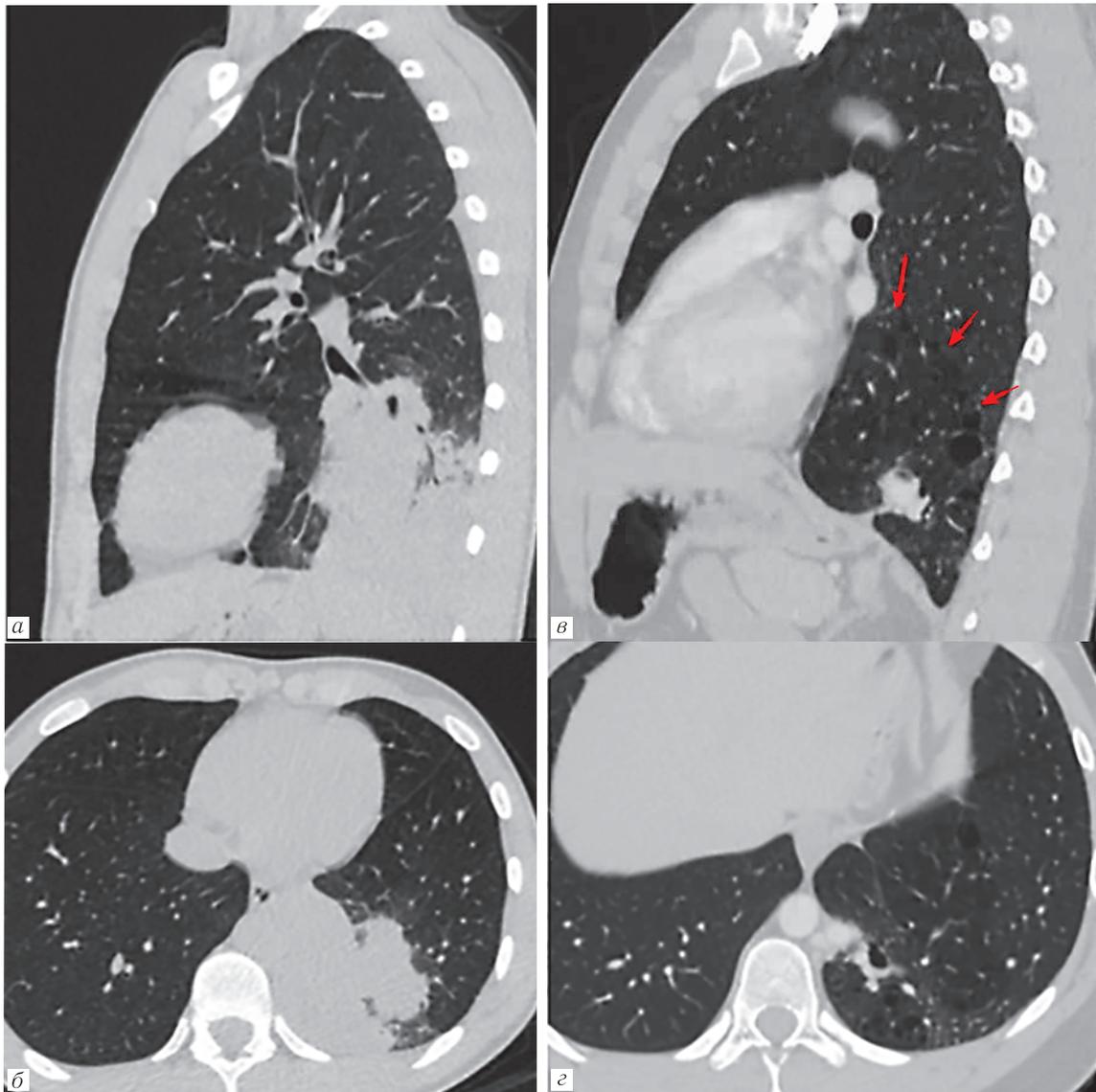


Рис. 8. Левосторонняя нижнедолевая внутрилегочная секвестрация. В медиобазальных отделах левого легкого (S10) массивная зона консолидации пирамидальной формы (а, б). В динамике регресс инфильтративных изменений, в медиобазальных отделах множественные разнокалиберные воздушные полости, пневматизация сегмента неоднородная, с четко ограниченной зоной, повышенной пневматизации (в, з)

Fig. 8. Interlobar sequestration of the left lower lobe. Consolidated pyramid-shaped pulmonary tissue in the mediobasal part of the pleural cavity (S10) (а, б)

Resolution of the consolidation with cystic lesions and heterogeneous pneumatization (в, з)

и не отображается при ангио-КТ, такие ситуации требуют проведение ангиографии.

Кровоснабжение внелегочного секвестра в 80% случаев осуществляется из артерий, отходящих от грудной или брюшной аорты. Питающая артерия обычно одна, диаметром от 5 до 20 мм. Примерно в 15% случаев внелегочный секвестр кровоснабжается из чревной, селезеночной, желудочной, подключичной межреберной артерий [13]. В случае тромбоза единственная артерия не выявляется, что затрудняет диагностику. Примерно в 20% случаев секвестр кровоснабжается несколькими артериями. С учетом особенностей при МСКТ или МРТ в зону исследования включается брюшная аорта до уровня отхождения почечных артерий [3]. В случаях, когда aberrantный сосуд не выявляется при КТ или МР-

ангиографии, применяется рентгеновская ангиография (рис. 11–13).

Широкое внедрение компьютерной томографии позволило значительно упростить дифференциальную диагностику секвестрации. Тем не менее, по сообщению Halkic и соавт., из 26 случаев секвестрации, в 6 диагноз был установлен только интраоперационно [12]. Некоторыми авторами отмечается преимущество МР-ангиографии для диагностики секвестрации [24]. По сообщению Polaczek и соавт., в серии из 25 случаев, диагноз был верно установлен при МСКТ-ангиографии грудной клетки у 17 пациентов [17]. Неоспоримым преимуществом КТ-ангиографии перед МР-ангиографией и рентгеновской ангиографией является безопасность метода и высокая скорость его выполнения.

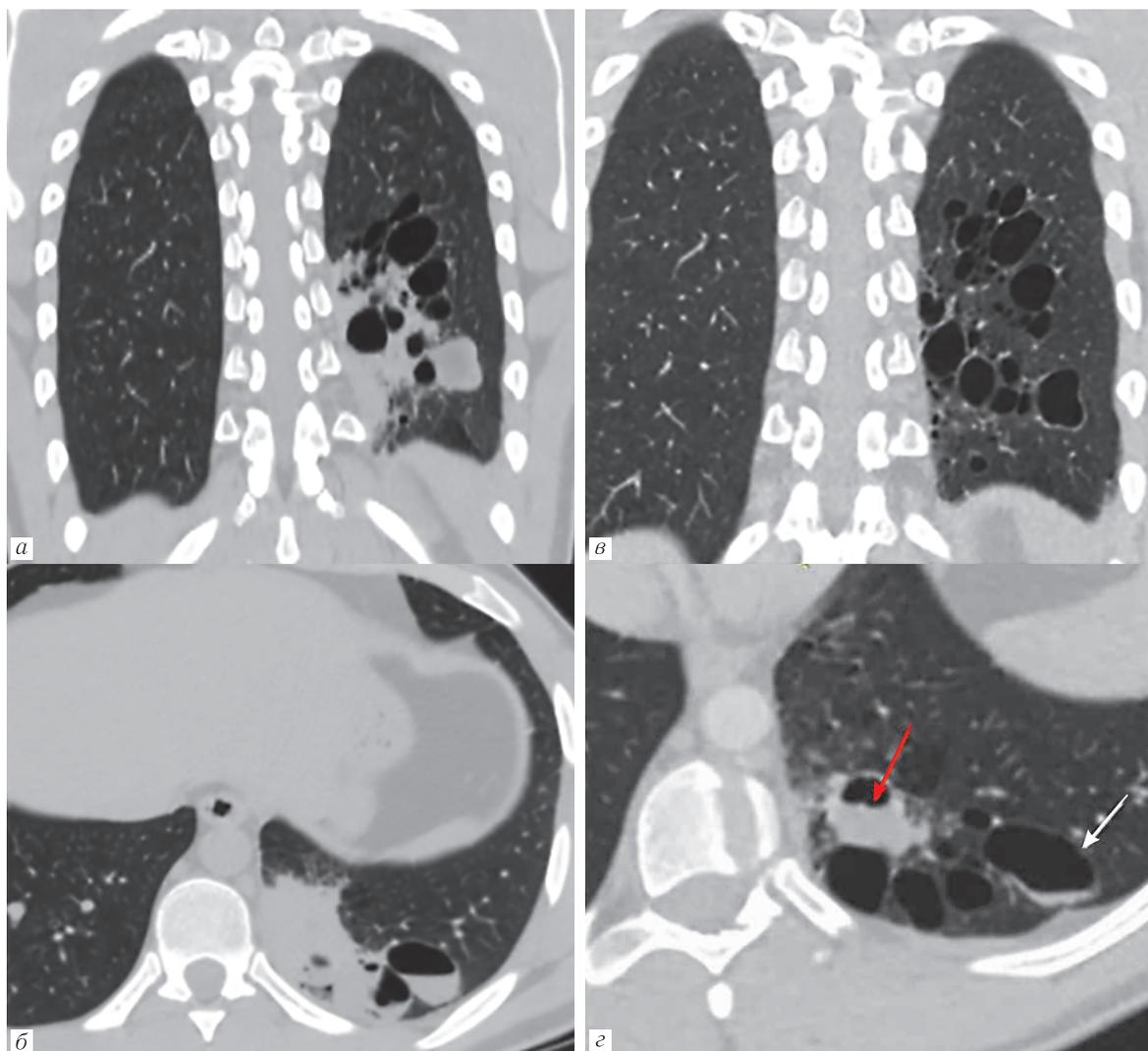


Рис. 9. Левосторонняя нижнедолевая внутрилегочная секвестрация. В медиобазальных отделах левого легкого на фоне консолидации множественные полости, часть из которых заполнена жидкостным содержимым (а, б).

В динамике регресс инфильтративных изменений, частичный регресс жидкости (в, г)

Fig. 9. Interlobar sequestration of the left lower lobe. Consolidated pulmonary tissue in the mediobasal part of the pleural cavity with cystic lesions, partly filled with fluid (а, б). Partial resolution of the consolidation (в, г)

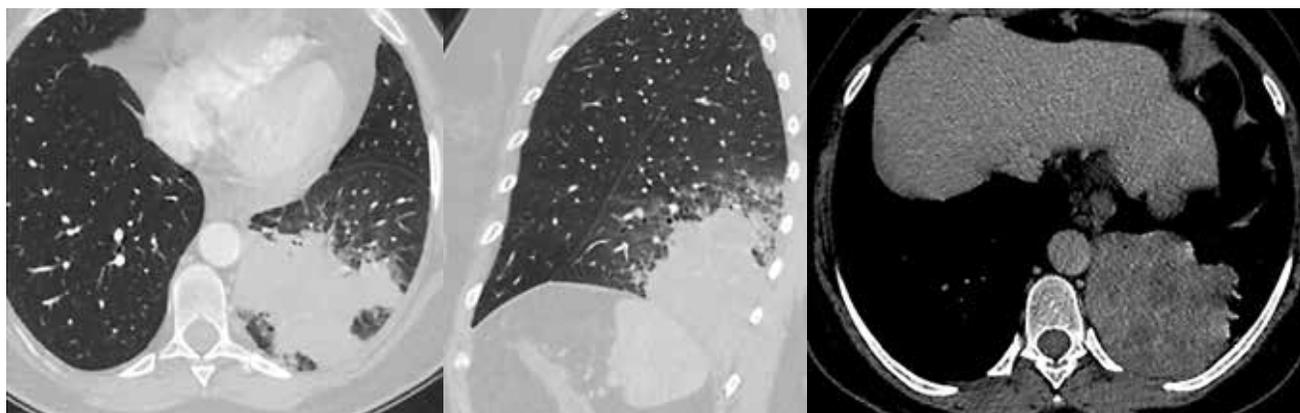


Рис. 10. Левосторонняя нижнедолевая внутрилегочная секвестрация. В медиобазальных отделах левого легкого зона неоднородной консолидации с множественными жидкостными включениями

Fig. 10. Interlobar sequestration of the left lower lobe. Heterogeneous consolidation with fluid and soft tissue

Применение МР-ангиографии может являться альтернативой при невозможности выполнения компьютерной томографии.

МРТ плода с использованием сверхбыстрых последовательностей, дает возможность пренатального выявления аномалий развития плода, предлагая

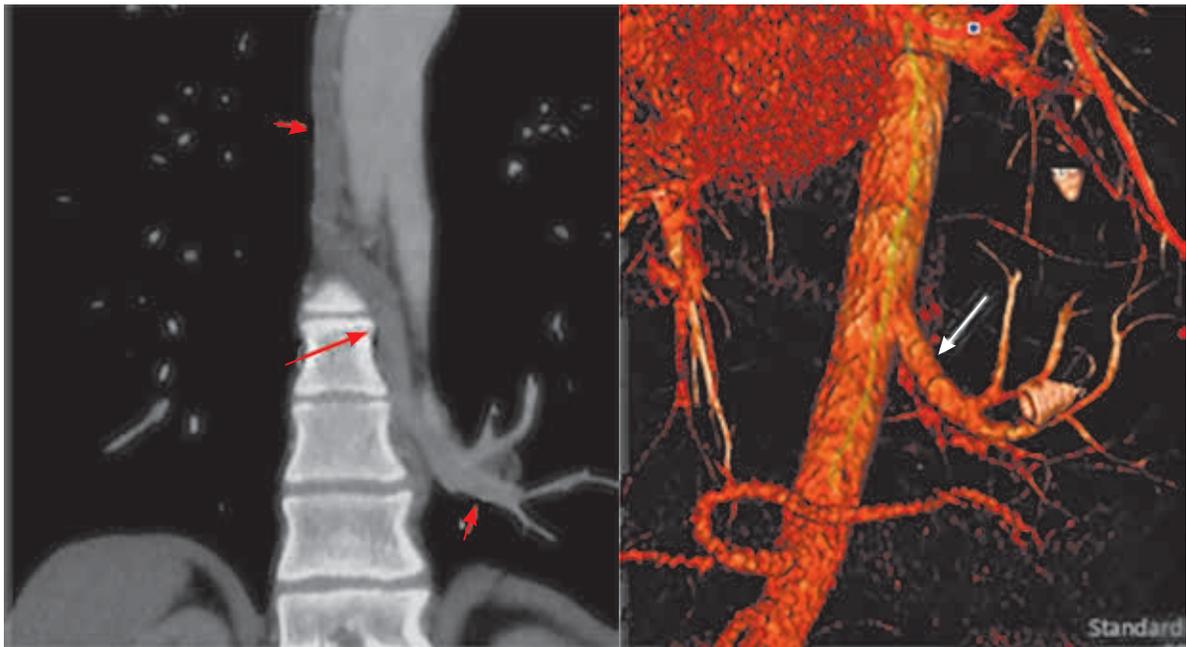


Рис. 11. Левосторонняя нижнедолевая внелегочная секвестрация. Добавочный сосуд отходит от аорты, венозный дренаж через полунепарную вену

Fig. 11. Extralobar sequestration of the left lower lobe. Aberrant artery originating from aorta, venous drainage into hemiazygos vein



Рис. 12. Левосторонняя нижнедолевая внелегочная секвестрация: *а, б* — в медиобазальных отделах левого гемиторакса образование пирамидальной формы неоднородной структуры за счет жидкостных включений. В прилежащей легочной ткани зона кистозной перестройки с наличием множественных воздуходержающих кист. В образовании и прилежащей легочной ткани — кальцинаты; *в* — артериальное кровоснабжение происходит через две мелкие артерии, отходящие от аорты (короткие стрелки), венозный отток осуществляется через легочные вены (длинная стрелка)

Fig. 12. Extralobar sequestration of the left lower lobe: *a, б* — heterogeneous consolidation with fluid and soft tissue, cystic lesions and calcification; *в* — two small aberrant arteries from aorta (short arrows), venous drainage into pulmonary vein (long arrow)

такие преимущества как более высокое пространственное разрешение, большое поле обзора, позволяющее проводить оценку и грудной клетки, и живота. В сравнении с компьютерной томографией, МРТ не позволяет достоверно оценить состояние паренхимы легкого, продолжительность исследования требует седации у детей.

Легочный секвестр визуализируется в виде четко очерченного образования с относительно высокой интенсивностью сигнала на T2-ВИ, выше, чем в неизменном легком, но ниже, чем в свободной амниотической жидкости. Современные протоколы позволяют оценить не только морфологические

характеристики секвестра, но и особенности его кровоснабжения. МРТ также дает возможность четкой дифференцировки кистозных и солидных включений, что позволяет дифференцировать легочный секвестр от других патологических изменений, таких как КАМ II типа, врожденной диафрагмальной грыжи, нейробластомы, кровоизлияния в надпочечники.

Лечение секвестрации легких исключительно хирургическое. Применение видеоторакоскопических методов позволило сделать его менее травматичным, однако при внутрибрюшной локализации секвестра иногда приходится прибегать к комбинированным доступам. Краеугольным камнем лечения секвестра-



Рис. 13. Левосторонняя нижнедолевая внелегочная секвестрация. В медиобазальных отделах левого гемиторакса образование пирамидальной формы неоднородной структуры за счет жидкостных включений. Прилежащая легочная ткань интактна (*а, б*). Артериальное кровоснабжение происходит через мелкую артерию, отходящую от аорты (*в*)

Fig. 13. Extralobar sequestration of the left lower lobe: *a, б* — heterogeneous consolidation with fluid and soft tissue, surrounding parenchyma is intact; *в* — a small aberrant artery from aorta

ции является визуализация и лигирование аберрантного сосуда во избежание массивного кровотечения [7]. Объем резекции зависит от локализации секвестра и его взаимоотношений с окружающими структурами. Внутридолевая секвестрация, как правило, требует выполнения лобэктомии, в то время как внедолевая может быть просто резецирована с сохранением большей части паренхимы легкого.

Клинический случай. Пациентка К., 69 лет, обратилась в СПб НИИФ с жалобами на общую слабость, сухой кашель. При МСКТ грудной клетки (рис. 14) в S9 левого легкого определяется неоднородное,

за счет мелких жидкостных включений, образование размерами 20×12×32 мм с четким неровным контуром, интимно прилежащее к нисходящему отделу аорты с тяжами к диафрагмальной плевре. Достоверно визуализировать аберрантный сосуд не удалось. Из анамнеза известно, что образование впервые было выявлено при КТ грудной клетки в 2021 г. на фоне заболевания коронавирусной инфекцией, в дальнейшем в 2022 г. отмечалось его увеличение.

Учитывая неясный генез образования и его рост, было принято решение о хирургическом вмешательстве.

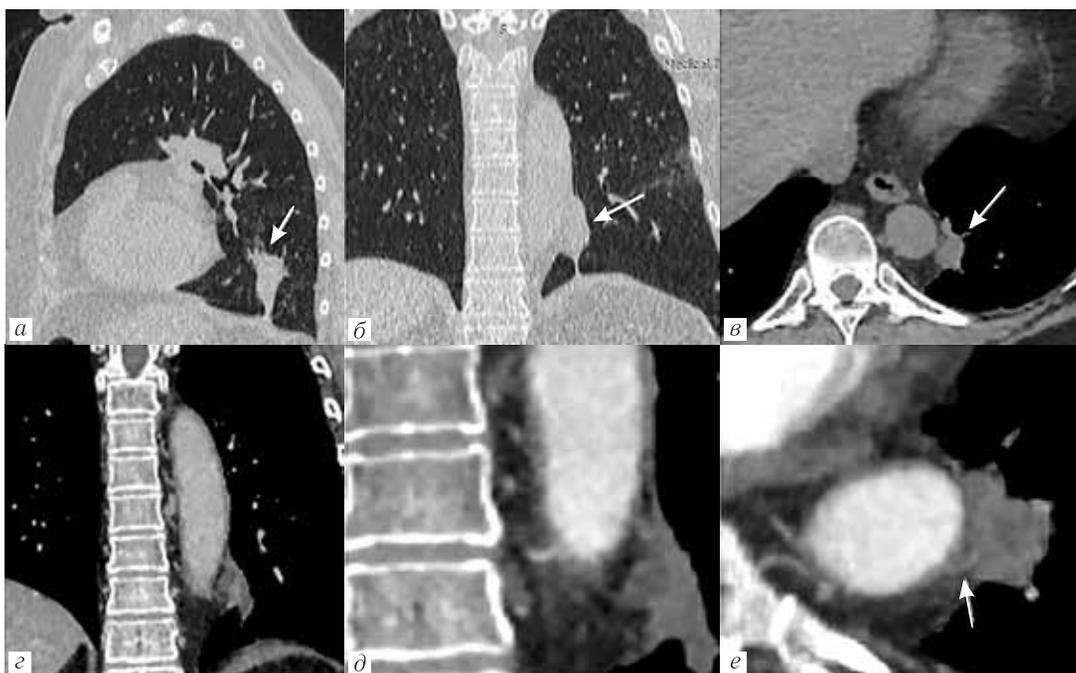


Рис. 14. В медиобазальных отделах левого гемиторакса выявляется неправильной формы образование неоднородной структуры за счет жидкостных включений. В прилежащей легочной ткани единичные тяжи (*а-в*). При МСКТ ангиографии достоверно аберрантный сосуд не выявлен. При ретроспективном пересмотре изображений, определяется тяжистая слабоконтрастируемая короткая структура, отходящая от аорты к образованию, возможно представленная тромбированным сосудом (*z-e*)

Fig. 14. Consolidated heterogeneous tissue in the mediobasal part of the pleural cavity with cystic lesions, partly filled with fluid (*a-b*). Linear poorly contrasted structure, originating from aorta, a clotted artery (*z-e*)

В 5 м/р выполнен минидоступ 4 см. Установлен торакопорт 10 мм в 7 м/р по заднеподмышечной линии, введен торакоскоп. Ревизия плевральной полости: визуализируется междолевая щель (I тип по Craig–Walker), в области нисходящей части грудного отдела аорты визуализируется образование темно-вишнёвого цвета эластической консистенции



Рис. 15. Интраоперационный вид секвестрированного участка легкого

Fig. 15. Intraoperative view of sequestration

около 2×3 см, под медиастинальной плеврой, исходящее из S9 левого легкого, интимно прилежащее к нижнему отделу аорты, тестоватой консистенции (рис. 15). При помощи гармонического диссектора вскрыта медиастинальная плевра, образование мобилизовано по периметру (рис. 16). При выделении лигирована aberrантная артерия, отходящая от аорты, диаметром до 5 мм. После пробы с вентиляцией по намечившимся границам выполнена атипичная резекция образования S9 нижней доли 2 зелеными кассетами Echelon-60, 1 синей кассетой Echelon-45. Образование удалено целиком, вскрыта капсула: содержимое — слизь серого цвета.

По данным гистологического исследования операционного материала — зона легочной ткани,

измененная за счет широкой зоны фиброза, содержащей большое количество кровеносных сосудов, а также кистозных полостей различной величины, содержащих муцин, выстланных преимущественно эпителием бронхиального типа.

Послеоперационный период у пациентки прошел без осложнений. Пациентка выписана на амбулатор-



Рис. 16. Вскрытие медиастинальной плевры над секвестрированным участком легкого

Fig. 16. Dissection of the mediastinal pleura

ное лечение на 6-й день после операции. При рентгенологическом контроле через 1 месяц после операции левое легкое представляется расправленным, очаговых и инфильтративных изменений не выявлено.

Заключение. В представленном нами случае внедолевая секвестрация легкого выявлена у пациентки впервые уже в зрелом возрасте. Несмотря на классическую локализацию секвестра (левосторонняя нижнедолевая парааортальная), точный диагноз до операции не был установлен, так как даже при проведении контрастного исследования не удалось визуализировать aberrантный сосуд достаточно крупного диаметра (около 4 мм), отходивший от аорты. Данную особенность можно объяснить вероятным тромбированием сосуда, однако это не уменьшает хирургических рисков массивного кровотечения при его повреждении, отрыве от аорты.

Сведения об авторах:

Оборнев Александр Дмитриевич — кандидат медицинских наук, торакальный хирург федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0000–0003–4389–4756;

Гарача Ирина Анатольевна — кандидат медицинских наук, заведующая отделением лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0000–0001–7175–3833;

Маслак Ольга Сергеевна — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0000–0002–9202–8064;

Михеев Дмитрий Владимирович — торакальный хирург федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0009–0000–7100–8235;

Козак Андрей Романович — кандидат медицинских наук, заведующий отделением Дифференциальной диагностики № 2 федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0000–0003–2126–4606;

Яблонский Петр Казимирович — доктор медицинских наук, директор федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0000–0003–4385–9643;

Гаврилов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; ORCID 0000–0003–3251–4084.

Information about the authors:

Aleksandr D. Obornev — Cand. of Sci. (Med.), thoracic surgeon, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0000–0003–4389–4756;

Irina A. Garapach — Cand. of Sci. (Med.), Chief of the Radiology Department, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0000–0001–7175–3833;

Olga S. Maslak — Cand. of Sci. (Med.), radiologist, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0000–0002–9202–8064

Dmitriy V. Mikheev — thoracic surgeon, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0009–0000–7100–8235;

Andrey R. Kozak — Cand. of Sci. (Med.), Chief of the Differential diagnostic department, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0000–0003–2126–4606;

Piotr K. Yablonskiy — Dr. of Sci. (Med.), Chief of St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0000–0003–4385–9643;

Pavel V. Gavrilov — Cand. of Sci. (Med.), senior researcher, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 191036, St. Petersburg, Ligovskiy av., 2–4; ORCID 0000–0003–3251–4084.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *А.Д.Оборнев, П. К Яблонский, И.А.Гарапач*; сбор и математический анализ данных — *О.С.Маслак, Д.В.Мухеев, А.Р.Козак*; подготовка рукописи — *П.В.Гаврилов, И.А.Гарапач, О.С.Маслак, А.Д.Оборнев*.

Authors' contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special contribution: aided in the concept and plan of the study — *ADO, PKYa, IAG*; provided collection and mathematical analysis of data — *OSM, DVM, ARK*; preparation of the manuscript — *PVG, IAG, OSM, ADO*.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Поступила/Received: 30.07.2023.

Принята к печати/Accepted: 29.02.2024.

Опубликована/Published: 29.03.2024.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Gottrup F., Lund C. Intralobar pulmonary sequestration. A report of 12 cases // *Scand. J. Respir. Dis.* 1978. Vol. 59. P. 21–9. PMID 653324.
- Corbett H.J., Humphrey G.M.E. Pulmonary sequestration // *Paediatr. Respir. Rev.* 2004. Vol. 5. P. 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2003.09.009>.
- Frazier A.A., Rosado de Christenson M.L., Stocker J.T., Templeton P.A. Intralobar sequestration: radiologic-pathologic correlation // *Radiographics.* 1997. Vol. 17. P. 725–745. <https://doi.org/10.1148/radiographics.17.3.9153708>.
- Miller E.J., Singh S.P., Cerfolio R.J., et al. Pryce's type I pulmonary intralobar sequestration presenting with massive hemoptysis // *Ann. Diagn. Pathol.* 2001. Vol. 5, No. 2. P. 91–95. doi: 10.1053/adpa.2001.23026.
- Walford N., Htun K., Chen J., et al. Intralobar sequestration of the lung is a congenital anomaly: anatomopathological analysis of four cases diagnosed in fetal life // *Pediatr. Dev. Pathol.* 2003. Vol. 6, No. 4. P. 314–321. doi: 10.1007/s10024-001-0194-z.
- Savic B., Bertel F.J., Tholen W. et al. Lung sequestration: report of seven cases and review of 540 published cases // *Thorax.* 1979. Vol. 34. P. 96–101. doi: 10.1136/thx.34.1.96.
- Pikwer A., Gyllstedt E., Lillo-Gil R. et al. Pulmonary sequestration — a review of 8 cases treated with lobectomy // *Scand. J. Surg.* 2006. Vol. 95. P. 190–4. <https://doi.org/10.1177/145749690609500312>.
- Nicolette L.A., Kosloske A.M., Bartow S.A., Murphy S. Intralobar pulmonary sequestration: A clinical and pathological spectrum // *J. Pediatr. Surg.* 1993. Vol. 28. P. 802–805. doi: 10.1016/0022-3468(93)90331-e.
- Zangwill B.C., Stocker J.T. Congenital cystic adenomatoid malformation within an extralobar pulmonary sequestration // *Pediatr. Pathol.* 1993. Vol. 13. P. 309–315. doi: 10.3109/15513819309048218.
- Evers W.B., Vissers R., van Noord J.A. Pulmonary sequestration with congenital broncho-oesophageal fistula // *Eur. Respir. J.* 1990. Vol. 3. P. 1067–1069. PMID 2289555.
- Stocker J.T., Kagan-Hallet K. Extralobar pulmonary sequestration: analysis of 15 cases // *Am.J.Clin. Pathol.* 1979. Vol. 72. P. 917–925. doi: 10.1093/ajcp/72.6.917.
- Halkic N., Cuénoud P.F., Corthésy M.E., et al. Pulmonary sequestration: a review of 26 cases // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1998. Vol. 14, No. 2. P. 127–133. doi: 10.1016/s1010-7940(98)00154-7.
- Rosado-de-Christenson M.L., Frazier A.A., Stocker J.T., Templeton P.A. From the archives of the AFIP. Extralobar sequestration: radiologic-pathologic correlation // *Radiographics.* 1993. Vol. 13, No. 2. P. 425–441. doi: 10.1148/radiographics.13.2.8460228.
- Abbey P., Das C.J., Pangtey G.S. et al. Imaging in bronchopulmonary sequestration // *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2009. Vol. 53, No. 1, pp. 22–31. doi: 10.1111/j.1754–9485.2009.02033.x.
- Uppal M.S., Kohman L.J., Katzenstein A.L. Mycetoma within an intralobar sequestration: Evidence supporting acquired origin for this pulmonary anomaly // *Chest.* 1993. Vol. 103. P. 1627–1628. doi: 10.1378/chest.103.5.1627.
- Paksoy N., Demircan A., Altiner M., Artvin M. Localized fibrous mesothelioma arising in an intralobar pulmonary sequestration // *Thorax.* 1992. Vol. 47. P. 837–838. doi: 10.1136/thx.47.10.837.

17. Polaczek M., Baranska I., Szolkowska M., et al. Clinical presentation and characteristics of 25 adult cases of pulmonary sequestration // *J. Thorac. Dis.* 2017. Vol. 9, No. 3. P. 762–767. doi: 10.21037/jtd.2017.03.107.
18. Avishai V., Dolev E., Weissberg D. et al. Extralobar sequestration presenting a massive hemothorax // *Chest.* 1996. Vol. 109, No. 3. P. 843–845. doi: 10.1378/chest.109.3.843.
19. Adzick N.S., Harrison M.R., Crombleholme T.M. et al. Fetal lung lesions: management and outcome // *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1998. Vol. 179. P. 884–889. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(98\)70183-8](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(98)70183-8).
20. Dolkart L.A., Reimers F.T., Helmuth W.V. et al. Antenatal diagnosis of pulmonary sequestration: A review // *Obstet. Gynecol. Surv.* 1992. Vol. 47. P. 515–520. doi: 10.1097/00006254-199208000-00001.
21. Sugio K., Kaneko S., Yokoyama H. et al. Pulmonary sequestration in older children and in adults // *Int. Surg.* 1992. Vol. 77. P. 102–107. PMID 1644534.
22. Zylak C.J., Eyler W.R., Spizarny D.L., Stone C.H. Developmental lung anomalies in the adult: radiologic-pathologic correlation // *Radiographics.* 2002. Vol. 22. P. 25–43. doi: 10.1148/radiographics.22.suppl_1.g02oc26s25.
23. Ko S.F., Ng S.H., Lee T.Y., et al. Noninvasive imaging of bronchopulmonary sequestration // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2000. Vol. 175. P. 1005–12. <https://doi.org/10.2214/ajr.175.4.1751005>.
24. Dhingsa R., Coakley F.V., Albanese C.T. et al. Prenatal sonography and MR imaging of pulmonary sequestration // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2003. Vol. 180. P. 433–437. <https://doi.org/10.2214/ajr.180.2.1800433>.



Уважаемые коллеги!

Библиотек журнала «Лучевая диагностика и терапия» пополнилась руководством для врачей, которое предназначено для подготовки врачей-лучевых диагностов и врачей-клиницистов по вопросам современных подходов к получению и анализу лучевых изображений, в соответствии с критериями, принятыми в международной клинической практике, а также требованиями, предъявляемыми к формированию структурированных отчетов. Такой подход обеспечивает повышение качества выполняемых исследований, интерпретации изображений и достоверности заключений, а также способствует улучшению междисциплинарной коммуникации.

Настоящее издание является логическим продолжением руководств для врачей «Современные стандарты анализа лучевых изображений» (2017), «Современные классификации RADS и принципы построения заключения» (2018), «Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения» (2019), «Современные стандарты анализа лучевых изображений и алгоритмы построения заключения» (2020, 2021, 2022, 2023). При его подготовке были использованы материалы, обсуждавшиеся на одно-

именной Международной ежегодной телеконференции 15 декабря 2023 г. (Санкт-Петербург).

Руководство для врачей «Современные стандарты анализа лучевых изображений и принципы построения заключения. Том VIII» может использоваться для подготовки в системе последипломного и дополнительного профессионального образования, а также в системе ОМС и ДМС для контроля качества оказываемой медицинской помощи.

Приобрести книгу можно

по тел.: +7 (812) 956-92-55 и на сайте издательства <https://www.bmos-spb.ru>.