



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1328>

Современный взгляд на легочную секвестрацию

© Винокуров А.С.^{1, 2, 3, 4*}, Смирнова А.Д.², Беленькая О.И.^{1, 2}, Юдин А.Л.¹¹ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация² ГБУЗ “Городская клиническая больница им. В.П. Демихова ДЗ города Москвы”; 109263 Москва, ул. Шкулёва, д. 4, Российская Федерация³ ГБУЗ “Московский многопрофильный клинический центр «Коммунарка» ДЗ города Москвы”; 108814 Москва, п. Коммунарка, ул. Сосенский стан, д. 8, Российская Федерация⁴ ГБУЗ “Московский клинический центр инфекционных болезней «Вороновское» ДЗ города Москвы”; 142165 Москва, поселение Вороновское, квартал №10, Российская Федерация

Введение. Секвестрация легкого является одним из наиболее часто встречающихся пороков развития этого органа в клинической практике. Но несмотря на это, возможны сложности в интерпретации лучевых данных, что приводит к нарушению методики проводимого исследования у таких больных, а следовательно, отсутствию успеха проводимой терапии и правильной маршрутизации.

Цель исследования: представить обзор литературы по современным данным, связанным с секвестрацией легкого, выделить важные клинические аспекты данной аномалии и особенности тактики. Также в обзоре описана лучевая картина секвестрации с упором на КТ-семиотику и представлены лучевые изображения; рассмотрены методологические предложения по объему сканирования у данных больных на основе собственного опыта работы.

Материал и методы. Рассмотрены как “классические”, так и современные отечественные и зарубежные научные источники по вопросам секвестрации легкого у взрослых и детей с описанием морфологии поражения, клинической картины и актуальной лучевой картины; освещены современные особенности хирургического лечения таких больных.

Результаты и их обсуждение. Нередко секвестрация легких манифестирует уже в зрелом возрасте, не создавая впечатления врожденной аномалии, скрываясь под “масками” абсцедирующей пневмонии, неоплазиями. Клиническая картина секвестрации легкого не является специфичной и характерна для многих респираторных заболеваний, но при этом аномалия требует иной тактики ведения, чем обычные воспалительные процессы, и связана с необходимостью консультации торакального хирурга. В связи с ограниченностью дифференцировки структуры секвестра при рентгенографии в современных условиях при подозрении на секвестрацию показано проведение КТ с обязательной ангиографией. Аберрантный сосуд может отходить не только от грудной, но и брюшной аорты, ее ветвей.

Заключение. Правильная интерпретация выявленных лучевых данных позволяет маршрутизировать пациентов в стационар с отделением торакальной хирургией, так как в подавляющем большинстве случаев для предупреждения повторных эпизодов воспаления секвестра необходимо его удаление. Расширение зоны сканирования ниже диафрагмы может быть полезным, так как часть секвестров кровоснабжается из брюшной аорты и ее висцеральных ветвей – это предотвратит необходимость проведения повторных КТ-ангиографий, а информация об источнике кровоснабжения крайне важна для хирургов.

Ключевые слова: легкие; аномалия, секвестр; абсцессы; пневмония; ангиография

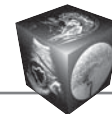
Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Винокуров А.С., Смирнова А.Д., Беленькая О.И., Юдин А.Л. Современный взгляд на легочную секвестрацию. *Медицинская визуализация*. 2024; 28 (1): 88–96. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1328>

Поступила в редакцию: 02.02.2023.

Принята к печати: 08.02.2023.

Опубликована online: 30.09.2023.



An actual concept of pulmonary sequestration

© Anton S. Vinokurov^{1,2,3,4*}, Alexandra D. Smirnova², Olga I. Belenkaya^{1,2}, Andrey L. Yudin¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanova str., Moscow 117997, Russian Federation

² Demikhov City Hospital of Moscow City Health Department; 4, Shkuleva str., Moscow 109263, Russian Federation

³ Moscow Multidisciplinary Clinical Center "Kommunarka" of Moscow City Health Department; 8, Sosenskiy stan str., Moscow 108814, Kommunarka, Russian Federation

⁴ Moscow Clinical Center for Infectious Diseases "Voronovskoye" of Moscow City Health Department; quarter №10, Voronovskoye settlement, Moscow 142165, Russian Federation

Annotation. Pulmonary sequestration is one of the most common malformations of this organ in clinical practice. But there may be difficulties in interpreting of radiology studies, which leads to a violation of the methodology of the study in such patients, and consequently – the lack of success of the therapy and the correct routing.

Purpose of the study. To present a literature review of current data related to lung sequestration, to discuss important clinical aspects of this abnormality and features of tactics. The review also describes the radiology patterns of sequestration with an emphasis on CT signs; typical images and methodological specificity of scanning in these patients are present and based on own practice experience.

Materials and methods. Both "classical" and modern local and foreign scientific papers about lung sequestration in adults and children are considered with a description of the morphology of the lesion, the clinical symptoms and the actual CXR and CT imaging; modern features of surgical treatment of such patients are presented.

Results. Often, lung sequestration manifests itself already in adulthood, without creating the impression of a congenital anomaly, hiding under the "masks" of abscessing pneumonia, neoplasm. The clinical course of lung sequestration is not specific and is characteristic of many respiratory complaints, but at the same time – the anomaly requires a different management tactics than ordinary inflammatory processes and is associated with the need to consult a thoracic surgeon. Due to the limited differentiation of the sequestration structure in CXR, in current time, if sequestration is suspected, CT with angiography is indicated. An aberrant vessel can trace not only from the thoracic, but also from the abdominal aorta, its branches.

Conclusion. The correct interpretation of the revealed CT-signs allowed routing patients to a hospital with thoracic surgery department because in the majority of cases, to prevent repeated episodes of sequestr inflammation, it is necessary to remove it. The expansion of the scanning area below the diaphragm can be useful because some of the sequestrs are supplied with blood from the abdominal aorta and its visceral branches – this will prevent repeated CT-angiography studies because information about the source of blood supply is extremely important for surgeons.

Keywords: lungs, abnormality; sequester; abscesses; pneumonia; angiography

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Vinokurov A.S., Smirnova A.D., Belenkaya O.I., Yudin A.L. An actual concept of pulmonary sequestration. *Medical Visualization*. 2024; 28 (1): 88–96. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1328>

Received: 02.02.2023.

Accepted for publication: 08.02.2023.

Published online: 30.09.2023.

Секвестрации легкого (СЛ) – группа заболеваний, включающих отграниченные от нормальной ткани аномально развитые участки легкого (секвестры) и системное артериальное кровоснабжение нормального или патологически развитого фрагмента легкого в различных сочетаниях [1]. Данное состояние было впервые описано К. Rokytansky еще в 1861 г. и долгое время считалось казуистикой, а D.M. Pryce в 1946 г. ввел в практику термин "секвестрация" [2, 3]. Наличие системного артериального кровоснабжения ткани легкого является решающим в диагностике СЛ – aberrantная артерия присутствует в 99% случаев [4–6]. Секвестры изначально не сообщаются с функционирующими воздухоносными путями, но со-

общение может формироваться под действием повторяющихся эпизодов воспалений. В 1974 г. исследования R. Sade и соавт. показали, что правильнее употреблять термин "спектр легочной секвестрации", поскольку существуют различные комбинации системного и легочного кровоснабжения, венозного дренажа как нормальной, так и измененной части легкого [4, 7]. Спектр СЛ состоит из сочетания различных патологических элементов: он начинается с аномального кровоснабжения обычной по структуре легочной ткани и заканчивается нарушенным строением паренхимы с нормальным кровоснабжением [5, 6, 8].

Наиболее распространена точка зрения, что СЛ является результатом образования допол-



нительного зачатка легкого, расположенного каудально по отношению к нормальным зачаткам, что чаще происходит между 4-й и 8-й неделями гестации [4, 5].

Выделяют 2 основные формы СЛ: интралобарную (внутридолевую) и экстралобарную (внедолевую). При интралобарном варианте порока патологический процесс локализуется в толще легкого и окружен нормально развитой тканью, тогда как при экстралобарном процессе – вне ткани, как внутри, так и снаружи от висцеральной плевры [9]. По данным различных авторов [6, 8–10], интралобарная секвестрация составляет 75–86%, а экстралобарная – 14–25% от всех СЛ. Экстралобарные секвестры могут располагаться не только в грудной полости, но и ниже диафрагмы. И.В. Новикова и соавт. описывают промежуточный вариант секвестрации (от интра- к экстралобарному), который был выявлен ими у абортированных плодов [11].

Макроскопически интралобарная СЛ представляет собой ткань легкого с множественными либо одной крупной кистой различных размеров [1]. Изнутри кисты выстланы цилиндрическим или многослойным плоским эпителием и заполнены слизистым содержимым [3]. Окружающая паренхима обычно с признаками хронического воспаления и фиброза, фрагменты бронхов и бронхиол нередко окружены коллагеновыми волокнами, имеются бронхоэктазы. В свою очередь, экстралобарная СЛ выглядит в виде отдельного фрагмента ткани размером 0,5–15 см овальной или пирамидальной формы серовато-беловатого или розоватого цвета. После перенесенного воспаления могут определяться участки склероза и сращения с окружающими органами и тканями [1, 4, 6].

Важный момент – оценка кровоснабжения СЛ. Приток крови к внутридолевому секвестру осуществляется в основном через артерию от грудной или брюшной части аорты, в отдельных случаях кровоснабжение может быть из двух источников. Гораздо реже кровь поступает через ветви подключичной, безымянной, легочной или венечной артерии, а также через межреберные сосуды [1, 3, 9]. Кровоснабжение внедолевой СЛ осуществляется короткими ветвями грудного или брюшного отдела аорты (в 80% наблюдений), ветвями других артерий большого круга кровообращения (в 15%) или через легочную артерию (в 5%) [11]. В отдельных наблюдениях кровь поступает по ветвям селезеночной артерии, чревного ствола и почечных артерий [1, 9, 12]. Китайские авторы S. Ren и соавт. на материале большой выборки пациентов ($n = 97$) с СЛ отметили кровоснабжение из грудной аорты в 87,4%, в 10,5% из брюшной

аорты и 1,1% – из чревного ствола [13]. Прижизненно, особенно у детей, не всегда удается выявить aberrantный сосуд по данным УЗИ из-за мелкого его калибра, близости к сердцу, даже при использовании цветового картирования [11]. Отток от СЛ, как правило, осуществляется в легочные вены (до 96,9% всех интралобарных СЛ), но возможны и варианты – например, в *v.azygos*, *v. cava inferior* [13, 14].

Клинически СЛ может протекать бессимптомно и стать случайной находкой при проведении рентгенологических исследований (25%), выполненных по другим показаниям либо при проверочной флюорографии. Пациенты длительно могут не подозревать о наличии аномалии, если она не манифестирует в детстве. При присоединении воспалительного процесса СЛ чаще проявляется общей и легочной симптоматикой – в первую очередь, это рецидивирующие пневмонии – до 70% [4, 6, 15]. При инфицировании в СЛ происходит нагноение кист, расплавление стенок, формируется связь с нормально развитым бронхиальным деревом, что проявляется в виде усиления кашля и изменения его характера на гнойный, могут наблюдаться эпизоды кровохарканья [3], в тяжелых случаях СЛ манифестирует urgently при аррозии сосуда и формировании альвеолярного кровотечения либо гемоторакса. Также пациенты жалуются на постоянный кашель, боль в спине или постоянную одышку при физической нагрузке [1], в ряде случаев СЛ является причиной сепсиса [16]. Может формироваться вторичное инфицирование кист микобактериями туберкулеза, грибковой флорой [17], что требует лабораторного подтверждения.

Как правило, СЛ впервые проявляется в позднем детстве или в молодом возрасте. При значительных размерах и локализации экстралобарная секвестрация обычно проявляется клинически в раннем младенчестве дыхательной недостаточностью, застойной сердечной недостаточностью с высоким выходом (из-за шунтирования справа налево) и иногда спонтанным легочным или плевральным кровотечением [1]. Экстралобарные секвестры редко инфицируются – они отделены от трахеобронхиального дерева плеврой и главным образом опасны у плода из-за компрессионного воздействия на прилежащие структуры при их крупном размере [11].

Сопутствующие врожденные аномалии чаще регистрируют при экстралобарной секвестрации. Примерно 50–60% пациентов имеют еще одну врожденную аномалию: диафрагмальная грыжа, врожденная кистозно-аденоматозная мальформация (КАМ, также используется понятие врожден-

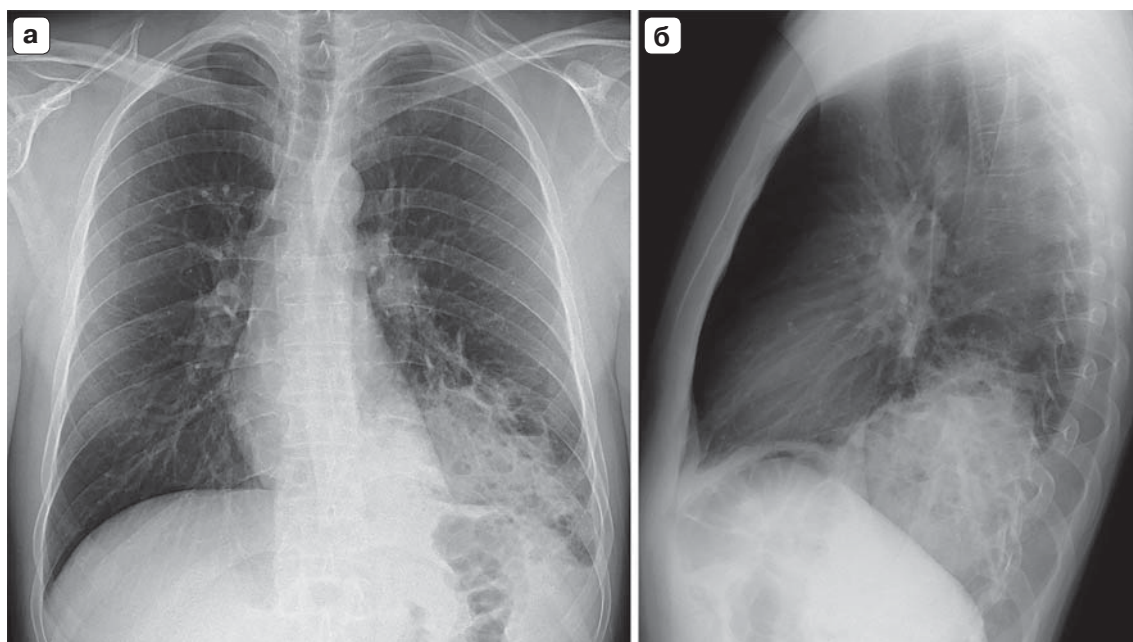
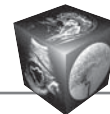


Рис. 1. Рентгенограммы ОГК в прямой (а) и левой боковой (б) проекциях пациента А., 27 лет. В нижней доле левого легкого (S_{IX} , S_X) – ограниченное затемнение неправильной формы с наличием неоднородных просветлений, в том числе с горизонтальными уровнями в верхней его части. Реберно-диафрагмальный синус слева затенен.

Fig. 1. CXR in posterior-anterior (a) and left lateral (b) projections of male patient A. 27 y.o. In the lower lobe of the left lung (S_{IX} , S_X) – a limited opacity with irregular shape with the presence of inhomogeneous nodules, including horizontal levels (gas/fluid) in its upper part. The costal-diaphragmatic sinus on the left is shaded.

ной мальформации дыхательных путей), дефект позвоночника, врожденный порок сердца, трахеопищеводный свищ, гипоплазия легких, бронхогенная киста и врожденный мегаколон. Врожденная диафрагмальная грыжа является самой распространенной [1, 4, 10]. Сообщается о КАМ легкого II типа у 15–25% пациентов с экстралобарной секвестрацией [2].

СЛ следует подозревать в следующих случаях: 1) младенцы с кровохарканьем и рецидивирующим респираторным дистресс-синдромом, затруднениями при кормлении; 2) в любом возрасте: при рецидивирующих пневмониях, абсцессе легкого и кровохарканье при исключении остальных заболеваний и отсутствии иных факторов риска для возникновения повторных инфекций (иммунодефициты).

В качестве первого диагностического метода при подозрении на наличие наддиафрагмального новообразования у ребенка может быть рекомендовано УЗИ [5], а у взрослых – рентгеновские методы. На рентгенограмме большинство СЛ выглядит в виде ограниченного затемнения неправильной или округлой формы в нижних долях (рис. 1) [4, 10]. Примерно в 25% наблюдений определяются жидкостно-воздушные уровни. Достаточно часто имеются признаки текущей или перенесен-

ной пневмонии в виде неоднородных окружающих затемнений или деформации легочного рисунка. Но образования малых размеров могут не визуализироваться при рентгенографическом исследовании. Большим недостатком рутинной рентгенографии является отсутствие возможности визуализации aberrантного сосуда, а применение прямой ангиографии ограничено.

КТ – лучший метод визуализации СЛ, который дает наибольшую информацию об анатомии бронхов и поражении легочной ткани [18]. Интра-лобарные СЛ преимущественно располагаются в медиобазальных отделах легких – слева почти в 3 раза чаще, чем справа [13]. КТ-семиотика СЛ и окружающей ткани будет зависеть от количества обострений, формирования связи с бронхиальной системой и текущего состояния кист (наличие содержимого). СЛ представлена участком консолидации неоднородной структуры за счет разного размера включений жидкостной плотности либо кавитаций и может напоминать опухолевое образование, особенно при нативном сканировании (рис. 2). Некоторые СЛ состоят из нескольких кист без значимого окружающего уплотнения (кисты диаметром 2–4 см), отмечаются отграниченные участки с наличием капсулы и уровней воздух-жидкость. Эмфизематозные изменения легкого

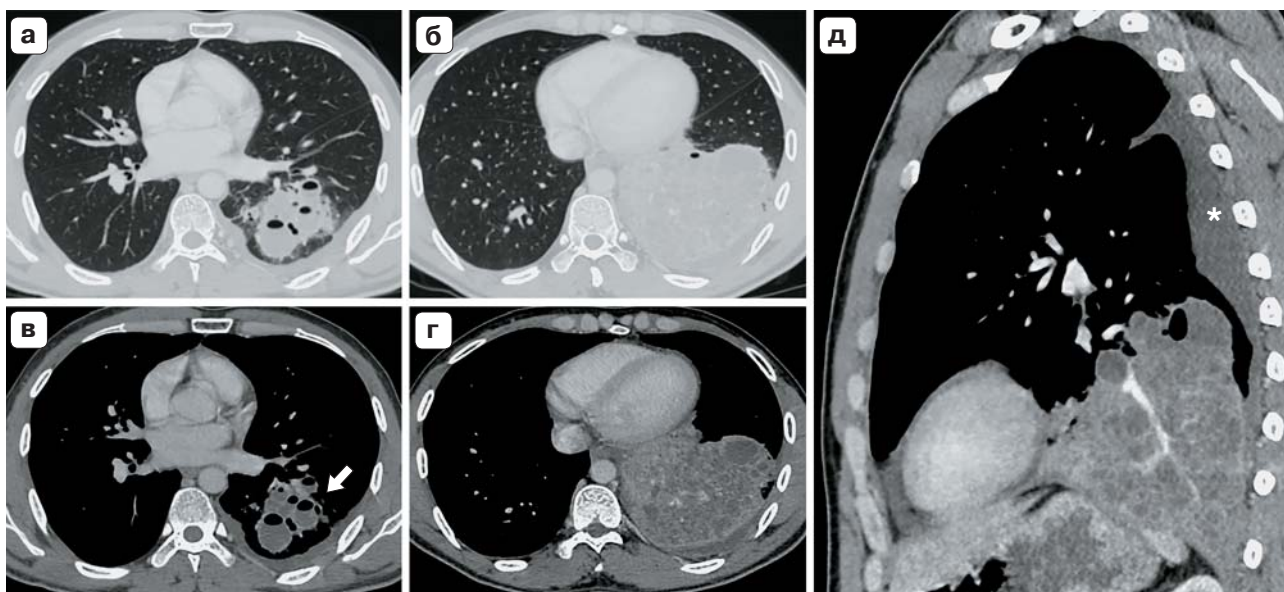


Рис. 2. КТ ОГК пациента А., 27 лет, после внутривенного контрастного усиления в аксиальной (а–г) и сагиттальной (д) плоскостях; легочное электронное окно – а, б; мягкотканное – в–д. В нижней доле левого легкого – крупное уплотнение, которое фактически занимает 2 сегмента и состоит из системы кист/полостей. В окружающей их ткани проходят ветви артериальных и венозных сосудов, просветы бронхов не видны. В части из кист имеются газожиidкостные уровни (стрелка). Перифокально в верхних отделах – инфильтративные изменения. Малый плевральный выпот слева (*).

Fig. 2. Chest CT images of male patient A. 27 y.o. in axial (а–г) and sagittal (д) planes after intravenous CE; lung window – а, б; soft tissue window – в–д. In the lower lobe of the left lung – a large opacity, which actually occupies 2 segments and consists of a system of cysts/cavities. Branches of arterial and venous vessels pass through the surrounding tissue, the bronchial lumen is not visible. Some of the cysts have gas-liquid levels (arrow). Around in the upper part – pneumonic infiltration. Small pleural effusion on the left (*).

часто наблюдаются вокруг СЛ – возможно, из-за скопления воздуха в “переходной зоне” между секвестрированным сегментом и нормальным легким, в окружающей СЛ ткани с нормальным строением после эпизодов воспаления возможно формирование бронхоэктазов [13]. Иногда встречаются участки кальцификации в секвестрированном сегменте или в аномальной артерии.

При проведении контрастного исследования отмечается неоднородное накопление контрастного препарата СЛ, за исключением содержимого кист [1]. В динамике секвестр на фоне антибактериальной терапии сам по себе почти не уменьшается в размерах и лишь при формировании сообщения с бронхиальным деревом в просвете кист появляются газожиidкостные уровни и возможно его уменьшение под действием эластических сил легких. Их уровень при следующем обострении может увеличиваться, что заметно лишь при наличии предыдущих КТ органов грудной клетки (ОГК), в случае санации кисты имеют тонкую стенку (рис. 3). Во время эпизода инфицирования кист можно отметить инфильтративный пневмонический процесс не только внутри, но и в перифокаль-

ной зоне СЛ – в виде уплотнений “матового стекла”, консолидаций, а также бронхогенных очагов. В описанном случае [19] можно наблюдать уплотнение легочной ткани с “сухими” кистами и уменьшение объема доли с подъемом диафрагмы – подобные изменения образуются в исходе острого воспалительного процесса в случае полного дренирования содержимого кист в бронхиальную систему. Но подобное происходит далеко не во всех случаях течения СЛ – в кистах остается содержимое либо часть кист не дренируется вовсе, что является предиктором рецидивов. В качестве реактивных изменений могут встречаться увеличенные единичные медиастинальные лимфатические узлы, плевральный выпот в активную фазу воспаления.

Аберрантную артерию часто можно идентифицировать и при нативном сканировании, особенно если она отходит от грудной аорты, однако для подтверждения всегда используется КТ-ангиография. Наш опыт показывает, что у пациентов с подозрением на СЛ целесообразно несколько расширять зону сканирования и захватывать верхнюю треть живота, так как аберрантная артерия может отходить ниже диафрагмы от аорты или ее

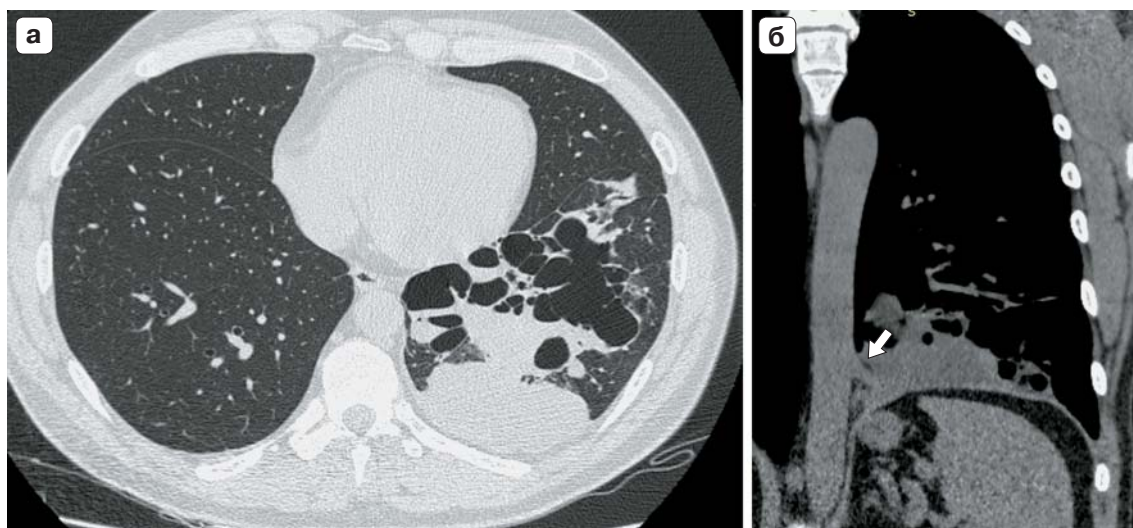
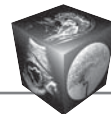


Рис. 3. КТ ОГК в аксиальной (а) и корональной (б) плоскостях пациента С., 33 лет; легочное (а) и мягкотканное (б) электронные окна. У другого пациента кровоснабжение секвестра более типичное – из ветви от грудной аорты (стрелка). Часть кист на данном уровне санирована от содержимого и имеет тонкую стенку.

Fig. 3. Axial (а) and coronal (б) planes chest CT images of patient S., 33 y.o.; lung (а) and soft-tissue (б) windows. In another patient, the sequestration blood supply is more common – from a branch from the T-aorta (arrow). Some of the cysts at this level is sanitized from the fluid and have a thin wall.

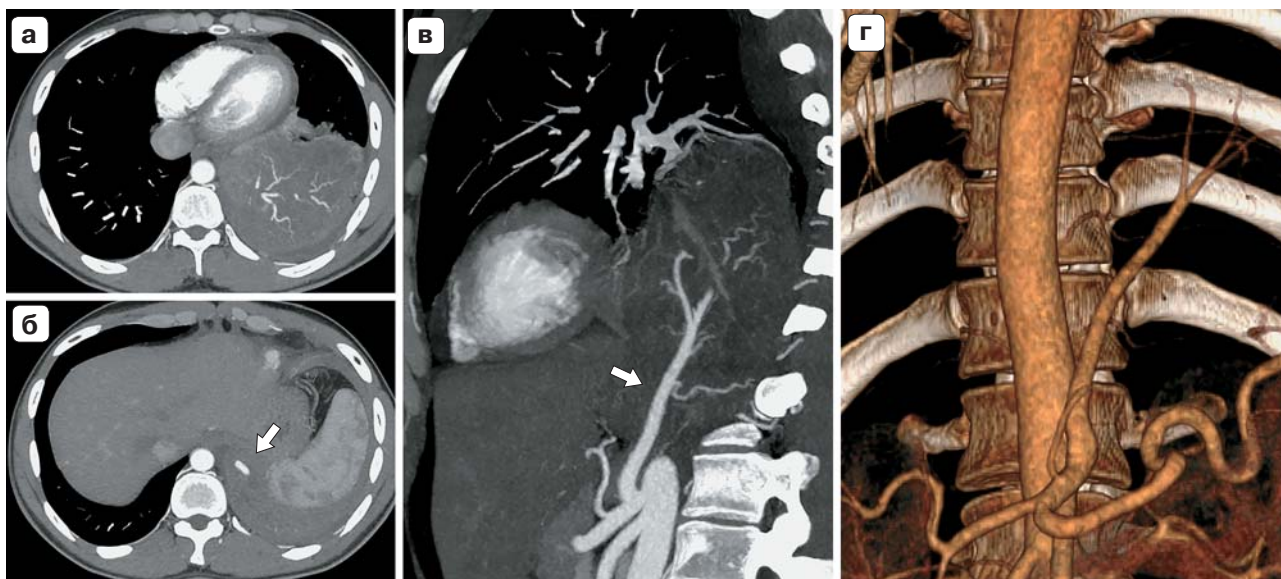


Рис.4. КТ-ангиография грудной аорты в аксиальной (а, б) и сагиттальной (в) плоскостях с MIP-реформацией пациента А., 27 лет, объемная реконструкция аорты на уровне чревного ствола (г). Хорошо видно, что уплотнение в нижней доле левого легкого имеет артериальное кровоснабжение из дополнительной ветви *tr. coeliacus* (стрелка), по диаметру aberrантный сосуд больше, чем остальные ветви чревного ствола.

Fig. 4. CT angiography of the T-aorta in axial (а, б) and sagittal (в) planes with MIP-reformation of patient A., 27 y.o., VR of the aorta at the level of *tr. coeliacus* (г). It is clearly visible that the opacity in the lower lobe of the left lung has arterial blood supply from the additional branch of *tr. coeliacus* (arrow), the diameter of the aberrant vessel is larger than the rest of the branches of the *tr. coeliacus*.



висцеральной ветви – несмотря на редкий тип отхождения от чревного ствола, это позволит избежать повторных сканирований, когда сосуд оказывается на границе сканирования и не входит целиком в зону исследования (рис. 4).

В редких случаях возможно использование магнитно-резонансной томографии (в том числе МР-ангиографии), а также радионуклидного исследования – однако в рутинной клинической практике эти методы не находят широкого применения [2, 8, 9, 20].

Сама по себе СЛ имеет довольно характерную КТ-семиотику, но в ряде случаев требуется дифференциальная диагностика. Важнейшая деталь – наличие системного кровотока, что будет отсутствовать при иных заболеваниях. В первую очередь, это инфекционные абсцессы в легких (редко сгруппированы так близко как кисты в СЛ и обычно не характеризуются множественностью, имеют в остром периоде довольно толстую стенку) [21], опухолевыми образованиями (иная структура самой ткани опухоли и ее краев, возможность регионарного метастазирования), а также КАМ (изначально представлены именно воздушными кистами и только при осложнении появляется содержимое внутри, в отличие от СЛ – участок КАМ связан с бронхиальной системой в ряде типов) [22].

Хирургический метод лечения (в объеме резекции секвестра либо лобэктомии), как и ранее, является методом выбора как у пациентов с легочными симптомами, так и у клинически бессимптомных пациентов с СЛ с целью предотвращения дальнейшего инфицирования [15]. В настоящее время, кроме традиционной торакотомии, может использоваться видеоассистированная торакоскопическая техника [12], а также применяется предварительная эндоваскулярная эмболизация сосуда до операции для уменьшения кровопотери [16]. Антибактериальная терапия используется для купирования обострений воспалительного процесса в рамках комплексной терапии. От врача-рентгенолога важным будет указание в протоколе КТ место отхождения питающего СЛ сосуда – это может потребовать привлечения в операционную бригаду абдоминального либо сосудистого хирурга в случае сложной его конфигурации.

Заключение

Несмотря на редкую встречаемость, интралобарная СЛ имеет достаточно типичную КТ-семиотику, что в совокупности с проведенной КТ-ангиографией позволяет поставить верный диагноз. С экстралобарной СЛ возможно больше сложностей в диагностике в связи с различным спектром локализаций, но данный вид СЛ чаще встречается

в педиатрической практике. Врачам следует быть настороженными в отношении СЛ у пациентов с повторяющимися респираторными воспалительными эпизодами и наличием кистозных/полостных структур в нижних долях легких – обязательно требуется поиск аберрантной артерии для исключения порока развития. Отсутствие подобного диагностического поиска приведет к повторению воспалительных эпизодов у пациента, требующего консультации торакального хирурга для решения вопроса об оперативном лечении.

Участие авторов

Винокуров А.С. – концепция и дизайн исследования, написание текста, подготовка и редактирование текста.

Смирнова А.Д. – обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных.

Беленькая О.И. – подготовка, создание опубликованной работы, участие в научном дизайне.

Юдин А.Л. – ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Vinokurov A.S. – concept and design of the study, writing text, preparation and creation of the published work.

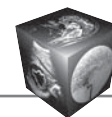
Smirnova A.D. – review of publications, analysis and interpretation of the obtained data.

Belenkaya O.I. – preparation and creation of the published work, participation in scientific design.

Yudin A.L. – responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Список литературы

1. Туманова У.Н., Дорофеева Е.И., Дегтярев Д.Н. Секвестрация легкого: классификация, диагностика, лечение. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2018; 97: 163–171. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-2-163-171>
2. Ильина Н.А. Компьютерно-томографическая ангиография в дифференциальной диагностике экстралобарной секвестрации легких у новорожденных. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2015; 14 (1): 26–31. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2015-14-1-26-31>
3. Гольдштейн В.Д. Пороки развития легких в клинической практике. М.: БИНОМ, 2013. 208 с.
4. Lawal L., Mikroulis D., Eleftheriadis S. et al. Adenocarcinoma in pulmonary sequestration. *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* 2011; 19: 433–435. <https://doi.org/10.1177/0218492311419796>
5. Dhingra R., Coakley F.V., Albanese C.T. et al. Prenatal sonography and MR imaging of pulmonary sequestration. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 180: 433–437. <https://doi.org/10.2214/ajr.180.2.1800433>
6. Cunha S.A., Klepetko W. Intrapulmonary Lung Sequestration. *Port. J. Card. Thorac. Vasc. Surg.* 2022; 29 (3): 85. <https://doi.org/10.48729/pjctvs.282>



7. Gabelloni M., Faggioni L., Accogli S. et al. Pulmonary sequestration: What the radiologist should know. *Clin Imaging*. 2020; 73: 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.11.040>
8. Haider A., Hoonpongsimanont W. Uncommon etiology of chest pain: pulmonary sequestration. *West J. Emerg. Med.* 2013; 14: 638–639. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2007.04.003>
9. Cruz-Martinez R., Méndez A., Dueñas-Riaño J. et al. Fetal laser surgery prevents fetal death and avoids the need for neonatal sequestrectomy in cases with bronchopulmonary sequestration. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46: 627–628. <https://doi.org/10.1002/uog.14921>
10. Sun X., Xiao Y. Pulmonary sequestration in adult patients: a retrospective study. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 48: 279–282. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu397>
11. Новикова И.В., Венчикова Н.А., Соловьева И.В. и др. Секвестрация легких: анатомические варианты, сопутствующие аномалии, и ассоциация с кистозно-аденоматозным пороком развития II типа. *Пrenatalная диагностика*. 2016; 15 (3): 219–226.
12. Shafiq M., Ali A., Dawar U., Setty N. Rare cause of haemoptysis: bronchopulmonary sequestration. *BMJ Case Rep.* 2021; 14 (3): e239140. <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-239140>
13. Ren S., Yang L., Xiao Y. et al. Pulmonary sequestration in adult patients: a single-center retrospective study. *Respir. Res.* 2023; 24 (1): 13. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02320-w>
14. Pauels L., De Waele M., Medart L., Debruche M. Two unusual variants of pulmonary intra-lobar sequestration. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2022; 35 (2): ivac189. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivac189>
15. Tunsupon P., Arshad A., Patel S., Mador M.J. Incidental finding of bronchopulmonary sequestration in a 64-Year-Old female. *Ochsner J.* 2017; 17 (3): 288–291.
16. Patel A.J., Mangel T., Perris R. et al. VATS surgical anatomical resection of bronchopulmonary sequestration presenting as chest sepsis. *J. Cardiothorac. Surg.* 2022; 17 (1): 130. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01887-7>
17. Vasireddy A., Venkatesan A., Gonuguntla A. et al. Mycobacterium tuberculosis infection of an intralobar pulmonary sequestration. *Proc. (Bayl. Univ. Med. Cent.)*. 2022; 35 (4): 552–554. <https://doi.org/10.1080/08998280.2022.2062980>
18. Long Q., Zha Y., Yang Z. Evaluation of pulmonary sequestration with multidetector computed tomography angiography in a select cohort of patients: A retrospective study. *Clinics*. 2016; 71 (7): 392–398. [https://doi.org/10.6061/clinics/2016\(07\)07](https://doi.org/10.6061/clinics/2016(07)07)
19. Weingartz L., Peine B., Humble J. et al. Case report: Asymptomatic bronchopulmonary sequestration in an adult with dual celiac and aortic supply. *Radiol. Case Rep.* 2022; 17 (11): 4218–4222. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.08.041>
20. Yang L., Yang G. Extralobar pulmonary sequestration with a complication of torsion: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99 (29): e21104. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021104>
21. Винокуров А.С., Смирнова А.Д., Беленькая О.И., Юдин А.Л., Юматова Е.А. Клинико-рентгенологические варианты поражения легких при инфекции, вызванной *Staphylococcus aureus*. *Клиническая практика*. 2021; 12 (3): 71–89. <https://doi.org/10.17816/clinpract71642>
22. Овсянников Д.Ю., Фролов П.А., Семенов П.А. Врожденная мальформация дыхательных путей. *Педиатрия*. 2018; 97 (1): 152–161. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2018-97-1-152-161>

References

1. Tumanova U.N., Dorofeeva E.I., Podurovskaya Yu.L. et al. Pulmonary sequestration: classification, diagnostics, treatment. *Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky*. 2018; 97 (2): 163–171. (In Russian)
2. Ilin A.N., Myagkova I.E. Computed tomography-assisted angiography in the differential diagnosis of extralobar pulmonary sequestration in newborns. *Regional Blood Circulation and Microcirculation*. 2015; 14 (1): 26–31. (In Russian)
3. Goldstein V.D. Lung malformations in clinical practice. M.: BINOM, 2013. 208 p. (In Russian)
4. Lawal L., Mikroulis D., Eleftheriadis S. et al. Adenocarcinoma in pulmonary sequestration. *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* 2011; 19: 433–435. <https://doi.org/10.1177/0218492311419796>
5. Dhingra R., Coakley F.V., Albanese C.T. et al. Prenatal sonography and MR imaging of pulmonary sequestration. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 180: 433–437. <https://doi.org/10.2214/ajr.180.2.1800433>
6. Cunha S.A., Klepetko W. Intrapulmonary Lung Sequestration. *Port. J. Card. Thorac. Vasc. Surg.* 2022; 29 (3): 85. <https://doi.org/10.48729/pjctvs.282>
7. Gabelloni M., Faggioni L., Accogli S. et al. Pulmonary sequestration: What the radiologist should know. *Clin Imaging*. 2020; 73: 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.11.040>
8. Haider A., Hoonpongsimanont W. Uncommon etiology of chest pain: pulmonary sequestration. *West J. Emerg. Med.* 2013; 14: 638–639. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2007.04.003>
9. Cruz-Martinez R., Méndez A., Dueñas-Riaño J. et al. Fetal laser surgery prevents fetal death and avoids the need for neonatal sequestrectomy in cases with bronchopulmonary sequestration. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46: 627–628. <https://doi.org/10.1002/uog.14921>
10. Sun X., Xiao Y. Pulmonary sequestration in adult patients: a retrospective study. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 48: 279–282. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu397>
11. Novikova I.V., Venchikova N.A., Solovyeva I.V. et al. Pulmonary sequestration: anatomic variants, association with congenital cystic adenomatoid malformation and other anomalies. *Prenatal. Diagnosis*. 2016; 15 (3): 219–226. (In Russian)
12. Shafiq M., Ali A., Dawar U., Setty N. Rare cause of haemoptysis: bronchopulmonary sequestration. *BMJ Case Rep.* 2021; 14 (3): e239140. <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-239140>
13. Ren S., Yang L., Xiao Y. et al. Pulmonary sequestration in adult patients: a single-center retrospective study. *Respir. Res.* 2023; 24 (1): 13. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02320-w>
14. Pauels L., De Waele M., Medart L., Debruche M. Two unusual variants of pulmonary intra-lobar sequestration. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2022; 35 (2): ivac189. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivac189>
15. Tunsupon P., Arshad A., Patel S., Mador M.J. Incidental finding of bronchopulmonary sequestration in a 64-Year-Old female. *Ochsner J.* 2017; 17 (3): 288–291.



16. Patel A.J., Mangel T., Perris R. et al. VATS surgical anatomical resection of bronchopulmonary sequestration presenting as chest sepsis. *J. Cardiothorac. Surg.* 2022; 17 (1): 130. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01887-7>
17. Vasireddy A., Venkatesan A., Gonuguntla A. et al. Mycobacterium tuberculosis infection of an intralobar pulmonary sequestration. *Proc. (Bayl. Univ. Med. Cent.)*. 2022; 35 (4): 552–554. <https://doi.org/10.1080/08998280.2022.2062980>
18. Long Q., Zha Y., Yang Z. Evaluation of pulmonary sequestration with multidetector computed tomography angiography in a select cohort of patients: A retrospective study. *Clinics*. 2016; 71 (7): 392–398. [https://doi.org/10.6061/clinics/2016\(07\)07](https://doi.org/10.6061/clinics/2016(07)07)
19. Weingartz L., Peine B., Humble J. et al. Case report: Asymptomatic bronchopulmonary sequestration in an adult with dual celiac and aortic supply. *Radiol. Case Rep.* 2022; 17 (11): 4218–4222. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.08.041>
20. Yang L., Yang G. Extralobar pulmonary sequestration with a complication of torsion: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99 (29): e21104. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021104>
21. Vinokurov A.S., Smirnova A.D., Belenkaya O.I. et al. Clinical and Radiological Variants of Lung Damage in the Infection Caused by Staphylococcus aureus. *Journal of Clinical Practice*. 2021; 12 (3): 71–89. <https://doi.org/10.17816/clinpract71642> (In Russian)
22. Ovsyannikov D.Y., Frolov P.A., Semenov P.A. Congenital malformation of pulmonary respiratory tract. *Pediatrics*. 2018; 97 (1): 152–161. (In Russian)

Для корреспонденции*: Винокуров Антон Сергеевич – e-mail: antonvin.foto@gmail.com

Винокуров Антон Сергеевич – ассистент кафедры лучевой диагностики и терапии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова; врач-рентгенолог отделения МРТ и КТ ГКБ им. В.П. Демикова и ОЛД ММКЦ «Коммунарка», МКЦИБ «Вороновское» ДЗ города Москвы. E-mail: antonvin.foto@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-0745-3438>

Смирнова Александра Дмитриевна – врач-рентгенолог отделения МРТ и КТ ГКБ им. В.П. Демикова ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5470-0999>

Беленькая Ольга Игоревна – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова; заведующая отделением МРТ и КТ ГКБ им. В.П. Демикова ДЗ города Москвы, Москва. E-mail: Olga-belenkaya@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1121-8040>

Юдин Андрей Леонидович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва. E-mail: prof_yudin@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0310-0889>

Contact*: Anton S. Vinokurov – e-mail: antonvin.foto@gmail.com

Anton S. Vinokurov – assistant professor of radiology department, Pirogov Russian national research medical university; radiologist of MRI and CT departments, Demikhov City Hospital and radiology department ММСС «Коммунарка» and Clinical Center of Infection Diseases «Voronovskoe», Moscow. E-mail: antonvin.foto@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-0745-3438>

Alexandra D. Smirnova – radiologist of MRI and CT departments, Demikhov City Hospital, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5470-0999>

Olga I. Belenkaya – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of radiology department, Pirogov Russian national research medical university; Head of MRI and CT department, Demikhov City Hospital, Moscow. E-mail: Olga-belenkaya@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1121-8040>

Andrey L. Yudin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, head of radiology department, Pirogov Russian national research medical university, Moscow. E-mail: prof_yudin@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0310-0889>