

УДК 616.24-002.5-073-08

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-30-38>

© Гаврилов П.В., Весельский А.Б., Баулин И.А., Табанакова И.А., Наркевич А.Н., Лаврова А.И., Соколович Е.Г., 2022 г.

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КОЛЛАТЕРАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В СОЧЕТАНИИ С ДРУГИМИ ФАКТОРАМИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАПАННОЙ БРОНХОБЛОКАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕСТРУКТИВНЫМИ ФОРМАМИ ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ

^{1,2}П.В. Гаврилов*, ¹А.Б. Весельский, ¹И.А. Баулин, ¹И.А. Табанакова, ³А.Н. Наркевич, ^{1,2}А.И. Лаврова, ^{1,2}Е.Г. Соколович

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

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

³Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск, Россия

Введение. По данным исследований, посвященных лечению эмфиземы, отсутствие рентгенологических признаков коллатеральной вентиляции коррелирует с результатами клапанной бронхоблокации, но нет никаких данных о связи между признаками коллатеральной вентиляции и результатами бронхоблокации при деструктивных формах туберкулеза легких.

Цель исследования: изучение влияния рентгенологических признаков коллатеральной вентиляции в сочетании с другими факторами на результаты клапанной бронхоблокации у пациентов с деструктивными формами туберкулеза легких.

Материалы и методы. Исследование основано на результатах оценки рентгенологом данных компьютерной томографии органов грудной полости пациентов с деструктивными формами туберкулеза легких до и после проведения клапанной бронхоблокации.

Результаты. Оценены взаимосвязи между признаками коллатеральной вентиляции, дополнительными факторами и эффектами бронхоблокации, построены прогностические модели достижения результатов клапанной бронхоблокации.

Заключение. Положительный симптом целостности плевры является предиктором уменьшения объема доли после клапанной бронхоблокации. Уменьшение объема доли при клапанной бронхоблокации является прогностическим фактором закрытия полости деструкции.

Ключевые слова: клапанная бронхоблокация, коллатеральная вентиляция, туберкулез легких, лучевая диагностика

*Контакт: Гаврилов Павел Владимирович, spbniifrentgen@mail.ru

© Gavrilov P.V., Veselskii A.B., Baulin I.A., Tabanakova I.A., Narkevich A.N., Lavrova A.I., Sokolovich E.G., 2022

INFLUENCE OF CT SIGNS OF COLLATERAL VENTILATION IN COMBINATION WITH OTHER FACTORS ON THE RESULTS OF VALVULAR BLOCKING PROCEDURE IN PATIENTS WITH DESTRUCTIVE FORMS OF PULMONARY TUBERCULOSIS

^{1,2}Pavel V. Gavrilov*, ¹Artem B. Veselskii, ¹Ivan A. Baulin, ¹Irina A. Tabanakova, ³Artem N. Narkevich, ^{1,2}Anastasia I. Lavrova, ^{1,2}Evgenij G. Sokolovich

¹St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia

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

³Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V. F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russia

Introduction. According to studies on the treatment of emphysema, the absence of CT signs of collateral ventilation correlates with the results of valvular blocking procedure, but there is not any data on the relationship between the signs of collateral ventilation and the results of bronchial valve treatment in destructive forms of pulmonary tuberculosis.

Study goals: to study the effect of CT features of collateral ventilation in combination with other factors on the results of valvular bronchial blocking in patients with destructive pulmonary pathology in tuberculosis.

Materials and methods. The study is based on the results of evaluation of chest CT data of patients with various pathology of pulmonary tuberculosis before and after valvular blocking procedure.

Results. Correlations between such characteristics as collateral ventilation, additional factors and valvular treatment effects have been determined, and prognostic models estimating the success of valve therapy have been constructed.

Conclusion. Positive pleural integrity symptom is a predictor of lobe volume reduction after bronchial valve treatment. Lobe volume reduction during valve therapy is a prognostic factor for cavity's closure.

Key words: bronchial valve treatment, collateral ventilation, pulmonary tuberculosis, radiology imaging

*Contact: Gavrilov Pavel Vladimirovich, spbniifrentgen@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гаврилов П.В., Весельский А.Б., Баулин И.А., Табанакова И.А., Наркевич А.Н., Лаврова А.И., Соколович Е.Г. Влияние рентгенологических признаков коллатеральной вентиляции в сочетании с другими факторами на результаты клапанной бронхоблокации у пациентов с деструктивными формами туберкулеза легких // *Лучевая диагностика и терапия*. 2022. Т. 13, № 1. С. 30–38, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-30-38>.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interest.

For citation: Gavrilov P.V., Veselskii A.B., Baulin I.A., Tabanakova I.A., Narkevich A.N., Lavrova A.I., Sokolovich E.G. Influence of CT signs of collateral ventilation in combination with other factors on the results of valvular blocking procedure in patients with destructive forms of pulmonary tuberculosis // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2022. Vol. 13, No. 1. P. 30–38, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-30-38>.

Введение. Клапанная бронхоблокация (КББ) — метод создания лечебной гиповентиляции в пораженной области легкого с сохранением дренажной функции бронха с помощью временной установки в его просвет клапана [1, с. 9].

В России развитие и использование клапанной бронхоблокации связаны с лечением различных форм туберкулеза легких и его осложнений. Целью применения бронхиальных клапанов в данных случаях являются закрытие полостей распада, бронхоплевральных свищей, устранение кровотечений и спонтанных пневмотораксов, а также лечение эмпием плевры [1, с. 14–21; 2, с. 15–17; 3, с. 113–114].

Один из методов выявления признаков коллатеральной вентиляции — оценка целостности междолевой плевры при компьютерной томографии органов грудной полости (КТ ОГП). Считается, что плевра, прослеживаемая менее чем на 90% ее протяжения и пересекаемая сосудами, ассоциирована с наличием коллатеральной вентиляции [4, с. 524–530; 5, с. 2147–2157]. По данным зарубежных исследований, посвященных лечению эмфиземы, отсутствие рентгенологических признаков коллатеральной вентиляции коррелирует с результатами клапанной бронхоблокации при лечении данной патологии [6, с. 1233–1244; 7, с. 1334–1342], но ни в российской, ни в зарубежной литературе нет данных про связь между признаками коллатеральной вентиляции и результатами бронхоблокации при деструктивных формах туберкулеза легких. Эффективность закрытия полостей деструкции при туберкулезе с помощью данной методики различна и достигает в лучшем случае 81% [8, с. 22–28; 9, с. 47–51]. Исходя из этих фактов можно предположить, что коллатеральная вентиляция может влиять на результаты лечения деструктивных форм туберкулеза легких с помощью клапанной бронхоблокации.

Цель исследования: изучение влияния рентгенологических признаков коллатеральной вентиляции в сочетании с другими факторами на результаты клапанной бронхоблокации у пациентов с деструктивными формами туберкулеза легких.

Материалы и методы. Нами проанализировано 674 пациента с деструктивными формами туберкулеза легких, подвергшихся КББ в период с 01.01.2010 по 03.09.2020 г. в ФГБУ СПб НИИФ Минздрава

России, из которых согласно критериям включения и исключения в исследование вошли 29 пациентов.

Критерии включения:

- 1) наличие деструктивной формы легочного туберкулеза;
- 2) установка бронхоблокатора в долевой бронх;
- 3) наличие данных КТ до и после проведения лечения с помощью КББ.

Критерии исключения:

- 1) удаление бронхиального клапана при возникновении осложнений;
- 2) удаление клапана с целью проведения оперативного вмешательства.

Исследование основано на результатах оценки рентгенологом данных КТ органов грудной полости пациентов с деструктивными формами туберкулеза легких до и после проведения клапанной бронхоблокации. Оценивались целостность плевры целевой доли и наличие пересечения ее сосудами (рис. 1), наличие и степень утолщения плевры (рис. 2), давность существования полости деструкции и ее объем, максимальная толщина стенки полости деструкции и наличие плотных включений в ней, изменения объема доли легкого после вмешательства, закрытие полости деструкции, возраст, пол пациентов и лекарственная устойчивость микобактерии туберкулеза, а также взаимосвязи между признаками (табл. 1, рис. 3).

Оценка целостности плевры проводилась в аксиальной, сагиттальной и фронтальной плоскостях. Для анализа степени плевральных напластований была использована ранее применяемая Yi-TingYen и соавторами шкала, основанная на количестве срезов толщиной 10 мм, на которых определяется утолщенная плевра целевой доли [10, с. 290–295]. Формирование ателектаза, гиповентиляции (в том числе ателектазы сегментов доли) и отсутствие изменения объема целевой доли после удаления бронхоблокатора рассматривались вариантами эффекта вмешательства (рис. 4). В качестве результата бронхоблокации оценивалось закрытие полости деструкции (рис. 5).

Исследования были выполнены на двух компьютерных томографах: Toshiba Aquilion 32 и Toshiba Aquilion Prime (Toshiba, Япония). Все исследования были сделаны по одинаковой стандартной программе толщиной среза 1 мм.



Рис. 1. КТ органов грудной полости, аксиальная проекция. Целостная плевра (а), целостная плевра, пересекаемая сосудом (б), нецелостная плевра (в)

Fig. 1. Chest CT, axial plane. Complete fissure (a), complete fissure transected by a vessel (b), incomplete fissure (c)

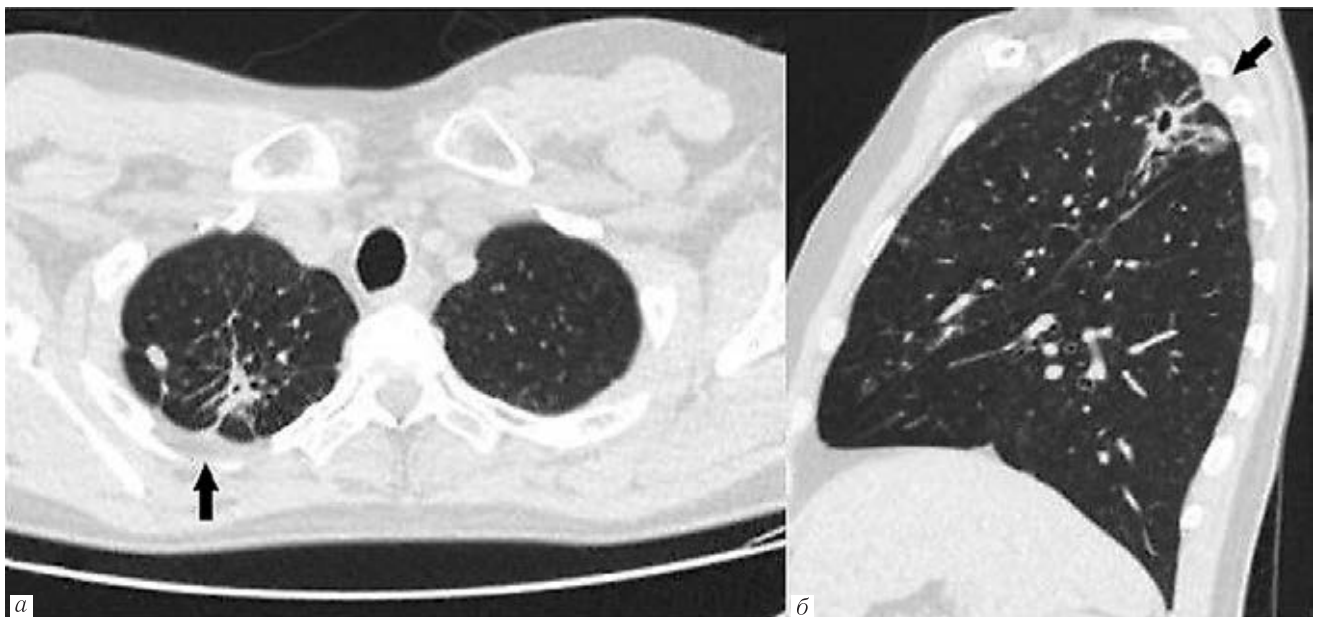


Рис. 2. КТ органов грудной полости, аксиальная проекция (а), сагиттальная проекция (б). Утолщенная плевра, прилежащая к полости деструкции

Fig. 2. Chest CT, axialplane (a), sagittalplane (b). Thickened pleura adjacent to the cavity

Для статистического анализа данных использовался статистический пакет IBM SPSS Statistics (программное обеспечение SPSS, версия 23.0; IBM). Для оценки связи между качественными признаками использовался показатель V Крамера с оценкой его статистической значимости с помощью критерия Хи-квадрат. Для оценки взаимосвязи количественных признаков с результатами бронхоблокации использован критерий Манна–Уитни. Корреляционный анализ осуществлялся с приме-

нием коэффициента корреляции Спирмена; также для обработки данных и построения прогностических моделей использовался пакет R (версия 3.6.3, <https://www.r-project.org/>).

Результаты и их обсуждение. Среди 29 вошедших в исследование пациентов было 15 мужчин (52%) и 14 женщин (48%). Средний возраст пациентов составил 35,5 лет. В 20 случаях наблюдались полости давностью менее 12 месяцев (69%), в 9 случаях (31%) возраст полостей был равен или превышал

Таблица 1

Анализируемые признаки

Table 1

Analyzed signs

Анализируемые признаки	Варианты признаков
Целостность плевры	а — плевра прослеживается на 90% и более ее протяжения и не пересекается сосудами б — плевра прослеживается на 90% и более ее протяжения и пересекается сосудами в — плевра не прослеживается на 90% и более ее протяжения
Утолщение плевры в целевой области	а — нет утолщения б — утолщение, определяемое менее, чем на 4 срезах толщиной 10 мм в — утолщение, определяемое на 4 и более срезах толщиной 10 мм
Давность существования полости деструкции	а — до 12 месяцев б — 12 и более месяцев
Максимальная толщина стенки полости	Количественный признак, оцениваемый в миллиметрах
Наличие плотных включений в стенке полости	а — нет б — есть
Объем полости	Количественный признак, оцениваемый в кубических миллиметрах
Лекарственная устойчивость	а — лекарственная чувствительность б — множественная лекарственная устойчивость в — широкая лекарственная устойчивость
Пол	а — мужской б — женский
Возраст	Количественный признак, оцениваемый в годах
Изменения объема доли после КББ	а — формирование ателектаза б — формирование гиповентиляции в — нет изменения
Закрытие полости деструкции	а — наличие полости деструкции б — отсутствие полости деструкции

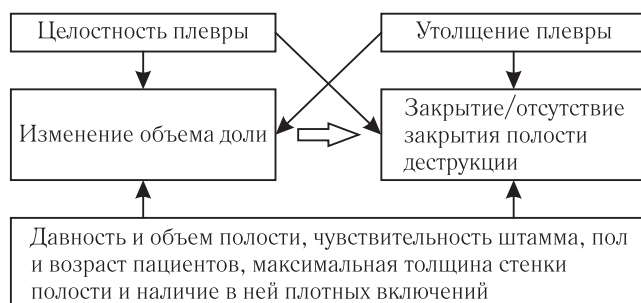


Рис. 3. Схема выявления связей между признаками
Fig. 3. Scheme for identifying relationships between features

12 месяцев. Выявлено 13 случаев лекарственной чувствительности (44,8%), 7 случаев множественной лекарственной устойчивости (24,1%) и 9 случаев широкой лекарственной устойчивости (31%). Средняя максимальная толщина стенки полости деструкции составила 8,2 мм. Плотные включения в стенке полости определялись у 20,7% обследуемых. Все пациенты имели утолщение плевры: 17 пациентов с утолщением, определяемым менее чем на 4 срезах толщиной 10 мм (59%), 12 пациентов с утолщением, определяемым на 4 и более срезах толщиной 10 мм (41%). Выявлено 7 пациентов с целой плеврой

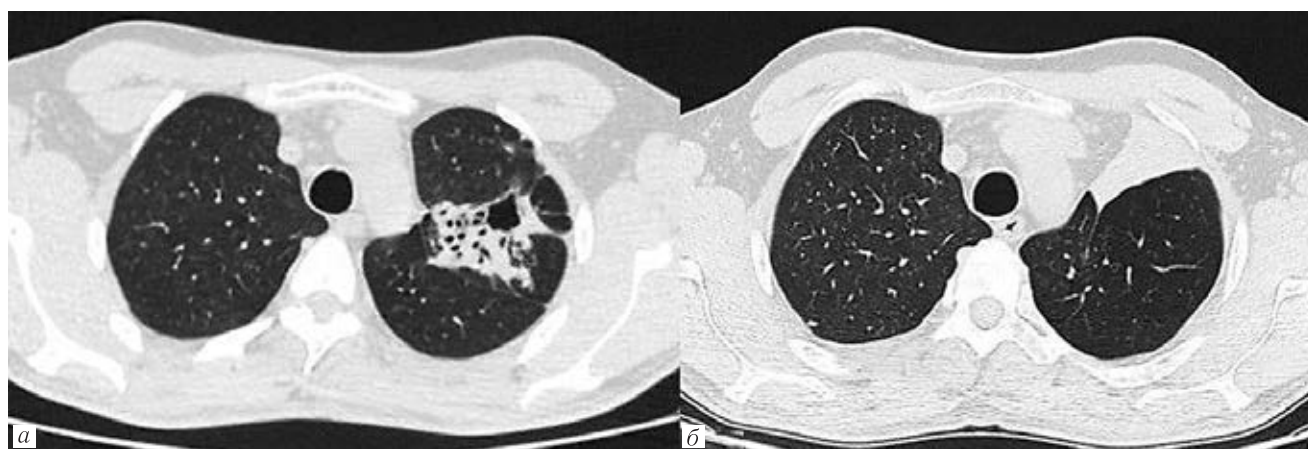


Рис. 4. КТ органов грудной полости, аксиальная проекция. Формирование ателектаза (б) легочной ткани, содержащей каверну (а)

Fig. 4. Chest CT, axial plane. Formation of atelectasis (б) of the lung tissue containing a cavity (а)

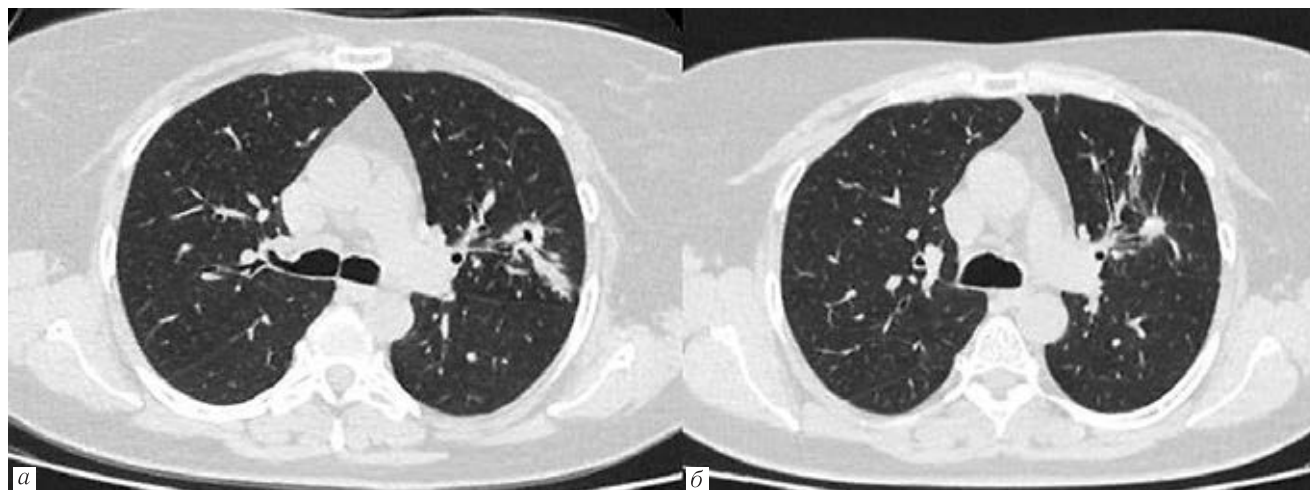


Рис. 5. КТ органов грудной полости, аксиальная проекция. Закрытие каверны (а) после установки клапана (б)
Fig. 5. Chest CT, axial plane. Cavity (a) closure after valve insertion (b)

без пересечения ее сосудами (24,1%), 3 пациента с целой плеврой и пересечением ее сосудами (10,3%), 19 пациентов с нецелой плеврой (65,6%). После удаления клапана у 4 пациентов был достигнут ателектаз доли (14%), у 9 пациентов наблюдалась гиповентиляция доли, в том числе участки фиброателектаза (31%), у 16 пациентов не было изменений объема доли (55%). У 22 пациентов было достигнуто закрытие полости деструкции (76%).

Статистический анализ связи между качественными признаками показал, что наиболее высокий показатель V Крамера (табл. 2), свидетельствующий о взаимосвязи переменных с изменением объема легкого и наличием результата, наблюдается у нескольких переменных, таких как целостность плевры и утолщение плевры. Что касается давности

деструкции, изменением объема доли после КББ и закрытием полости деструкции не дала результатов, свидетельствующих о статистически значимом влиянии признаков на результат бронхоблокации.

Используя данные статистического анализа, были построены прогностические математические модели (decisiontreemodels) для классификации ключевых переменных. Для расчетов использовался код, написанный в пакете R (версия 3.6.3, <https://www.r-project.org/>) с использованием встроенных библиотек (rpart). В моделях помимо переменных, установленных путем оценки связи на предыдущем этапе, были рассмотрены переменные, такие как объем доли, возраст и резистентность штаммов. Также на основе корреляционного анализа в обе модели не была включена переменная давность существования

Таблица 2

Взаимосвязи между рентгенологическими признаками и результатом лечения по данным корреляционного анализа

Table 2

Relationship between CT signs and treatment outcome according to correlation analysis

Признаки	Величина коэффициента V Крамера	P-уровень значимости
Целостность плевры — изменение объема доли после КББ	0,444	0,022
Целостность плевры — закрытие полости	0,409	0,088
Утолщение плевры — изменение объема доли после КББ	0,201	0,556
Утолщение плевры — закрытие полости	0,508	0,006
Давность полости — изменение объема доли после КББ	0,297	0,279
Давность полости — закрытие полости	0,030	0,872
Изменение объема доли после КББ — закрытие полости	0,508	0,024
Наличие плотных включений в стенке — изменение объема доли после КББ	0,057	0,954
Наличие плотных включений в стенке — закрытие полости	0,110	0,554

полости и наличия в ней плотных включений, то корреляция с рассматриваемыми переменными (объем легкого и наличие результата) довольно мала. Оценка взаимосвязей между количественными показателями (возрастом пациентов, максимальной толщиной стенки полости, объемом полости

полости. Однако, в зависимости от «силы связи», посчитанной по критерию Крамера, между остальными переменными, в прогностических моделях по-разному отразилась данная взаимосвязь.

В первой модели в качестве прогнозируемой переменной рассматривалось изменение объема

доли после установки клапанного бронхоблокатора (рис. 6).

ния объема доля в виде гиповентиляции (75%), а у пациентов с более мелкими полостями очень

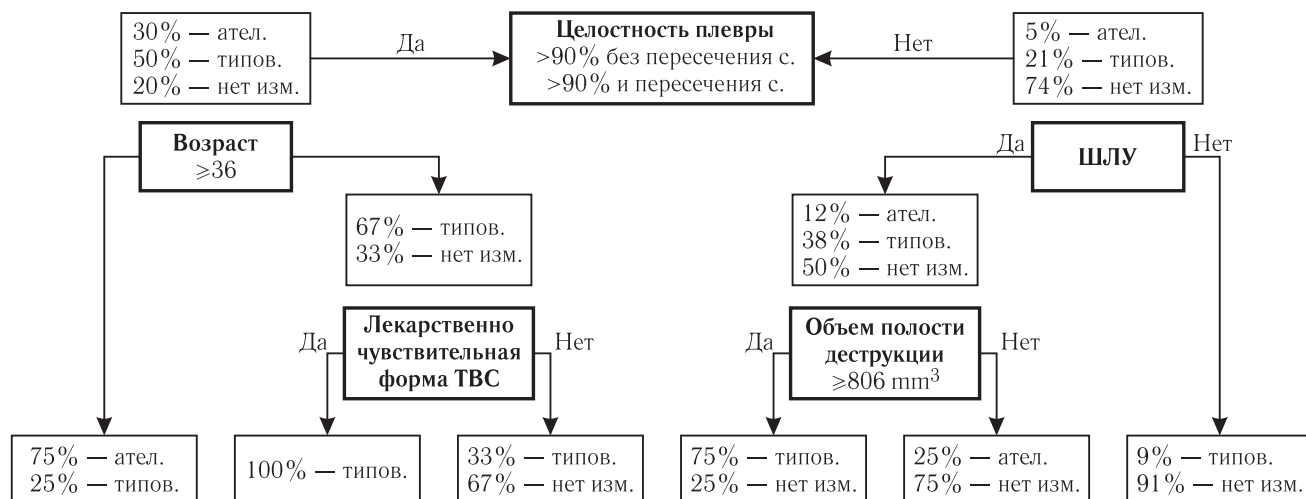


Рис. 6. Модель изменения объема доли после установки клапанного бронхоблокатора в зависимости от целостности междолевой плевры

Fig. 6. Model of the change in the volume of the lobe after valve insertion, depending on the integrity of the interlobar pleura

В модели показано, что одним из важных предикторов выступает целостность плевры. При выполнении данного условия (междолевая плевра прослеживается на 90% и более, независимо от факта пересечения ее сосудами) в 80% случаев предполагается положительный результат в виде полного ателектаза или гиповентиляции (в 50% ожидаемым результатом предполагается гиповентиляция целевой доли и в 30% полный ателектаз). Вторым по важности предиктором при наличии положительного симптома «целостности плевры» является возраст пациентов с порогом в 36 лет. У пациентов 36 лет и старше в 100% прогнозируется уменьшение объема целевой доли с высокой (75%) вероятностью полного ателектаза. У более молодых пациентов преимущественно формируется гиповентиляция (67%). Предиктором третьего уровня в данной ветке является лекарственная устойчивость, отсутствие которой прогнозирует достижение искомого результата.

Таким образом, наличие положительного симптома «целостности плевры» и возраста старше 36 лет является значимым предиктором достижения положительного результата в виде уменьшения объема доли при планировании долевой клапанной бронхоблокации.

При визуализации междолевой плевры менее 90% ее протяженности вероятность получения положительного результата в виде уменьшения объема целевой доли равняется только 26% (и только в 5% вероятен полный ателектаз).

Предикторами второго уровня и третьего уровня в этой ситуации являются широкая лекарственная устойчивость и объем полости. У пациентов с объемом полости 806 мм³ и более высок шанс уменьше-

высок шанс отсутствия достижения искомого результата (уменьшения объема доли), но в 25% случаев существует вероятность ателектаза.

Такие факторы, как давность существования полости, максимальная толщина ее стенки и наличие в ней плотных включений, наличие утолщение плевры в области поражения, прогностическая модель не посчитала важными предикторами уменьшения объема целевой доли на фоне бронхоблокации.

На втором этапе нами была сформирована математическая модель дерева классификации зависимости окончательного результата (закрытие полости распада) от фактора достижения промежуточного результата (уменьшение объема доли) (рис. 7).

Модель прогнозирует 100% вариант достижения окончательного результата при визуализации уменьшения объема доли (независимо от того был получен полный ателектаз или только гиповентиляция).

Однако даже при отсутствии изменений объема целевой доли почти у половины пациентов (56%) наблюдается положительный исход лечения, и предикторами второго и третьего уровней для достижения окончательного результата в данном случае являются объем полости деструкции, возраст пациента и наличие плевральных спаек.

При объеме полостей менее 399 мм³ с высокой вероятностью (89%) достигается закрытие полости.

Предиктором следующего уровня при отсутствии уменьшения объема доли и небольшом (менее 399 мм³) объеме полости является возраст пациентов. Лучшие результаты достигались у пациентов старше 19 лет.

При полостных образованиях размером 399 мм³ и более и отсутствии изменения объема доли после бронхоблокации решающим фактором являлась

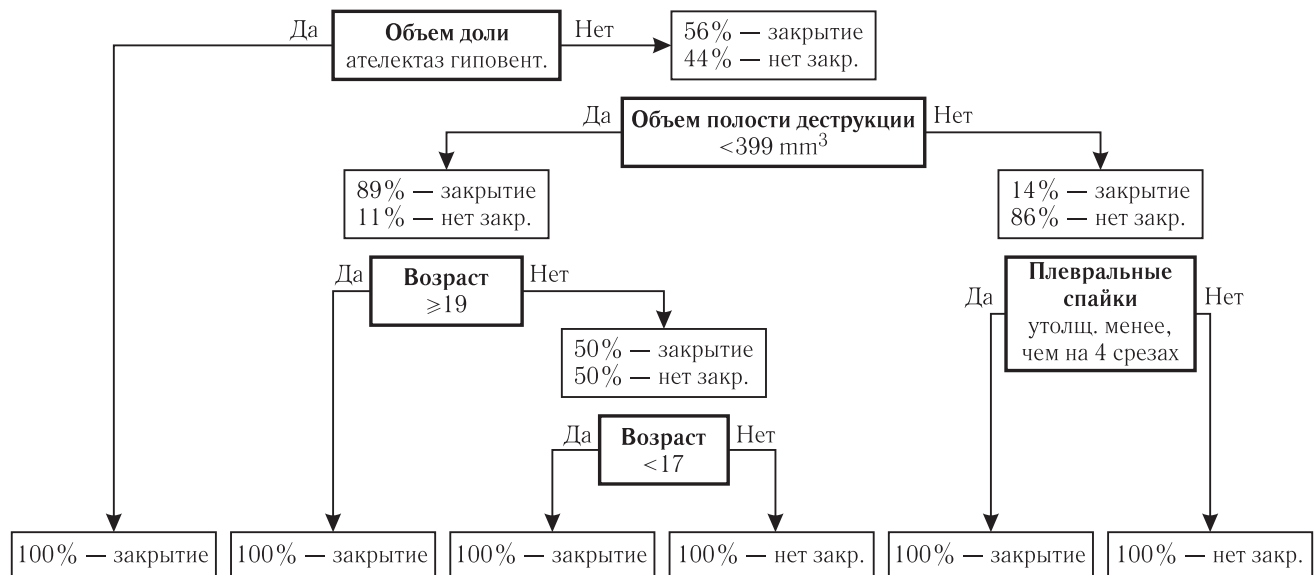


Рис. 7. Модель прогнозирования результатов КББ в зависимости от изменения объема доли после установки клапанного бронхоблокатора

Fig. 7. Model for predicting the results of valve treatment on the change in the volume of the lobe after the valve installation

толщина плевральных напластований в области поражения. Утолщение плевры, определяемое на 4 и более срезах толщиной 10 мм, прогнозировало неблагоприятный результат в виде сохранения полости распада у пациентов без формирования гиповентиляции целевой доли. Таким образом, выраженность утолщения плевры не влияет на прогноз формирования уменьшения объема доли после клапанной бронхоблокации, но является предиктором результата у пациентов без гиповентиляции с полостными образованиями объемом 399 мм³ и более.

Суммарно анализируя полученную прогностическую модель, мы можем с уверенностью утверждать, что уменьшение объема доли (неважно, гиповентиляция или ателектаз) после клапанной бронхоблокации позволяет прогнозировать достижения закрытия полости распада. При отсутствии уменьшения объема доли для оценки прогноза результата необходимо изучение таких факторов, как объем полости деструкции, возраст пациента и выраженность плевральных напластований.

В проведенном исследовании корреляционный анализ и результаты математических моделей деревьев классификации показали, что симптом целостности плевры (междолевая плевра прослеживается на 90% и более, независимо от факта пересечения ее сосудами) является полезным при прогнозировании непосредственного результата клапанной бронхоблокации только в сочетании с комплексом других признаков. При выполнении данного условия в 80% случаев предполагается положительный результат в виде полного ателектаза или гиповентиляции (в 50% ожидаемым результатом предполагается гиповентиляция целевой доли и в 30% — полный ателектаз). При визуализации междолевой плевры менее 90% ее протяженности вероятность

получения положительного результата в виде уменьшения объема целевой доли составляет только 26% (и только в 5% вероятен полный ателектаз).

Возраст более 36 лет у пациентов с целостной плеврой является предиктором уменьшения объема целевой доли с высокой (75%) вероятностью формирования полного ателектаза. Также пациенты 19 лет и старше с неизменным объемом доли после КББ и малым объемом полости деструкции (<399 мм³) имеют более высокую вероятность закрытия полости.

Большой объем полости деструкции (≥806 мм³) у пациентов с отсутствием симптома целостности плевры и ШЛУ прогнозирует формирование гиповентиляции доли после КББ в 75% случаях. При меньших полостях более вероятно отсутствие изменения объема доли. Полости менее 399 мм³ у пациентов с отсутствием уменьшения объема доли после КББ лучше поддаются закрытию (89%). Полости больших размеров закрываются лишь в 14% случаев.

Лекарственная чувствительность явилась предиктором уменьшения объема доли после КББ. У пациентов с положительным симптомом целостности плевры младше 36 лет наличие лекарственно чувствительного штамма прогнозирует большую вероятность уменьшения объема доли (100% в виде гиповентиляции). В случае несоблюдения этого условия гиповентиляция развивается с вероятностью 33%. Среди пациентов с ШЛУ штаммов и отсутствием целостной плевры выявлена большая вероятность уменьшения объема полости (50%), в условиях отсутствия ШЛУ вероятность закрытия снижена до 9%.

Главным предиктором закрытия полости деструкции при клапанной бронхоблокации является уменьшение объема доли. Уменьшение объема доли (как в случае гиповентиляции, так и ателектаза)

после клапанной бронхоблокации позволяет прогнозировать достижения закрытия полости распада до 100% случаев. Полученная взаимосвязь была получена также и в корреляционном анализе (величина коэффициента V Крамера — 0,508; $p=0,024$), который говорит о средней взаимосвязи между этими двумя факторами.

Выраженность утолщения плевры не влияла на прогноз формирования уменьшения объема доли после клапанной бронхоблокации, но была предиктором положительного результата у пациентов без гиповентиляции с полостными образованиями объемом 399 и более мм³. Этим можно объяснить отсутствие взаимосвязи между утолщением плевры и изменением объема доли после клапанной бронхоблокации и наличие средней взаимосвязи между утолщением плевры и закрытием полости деструкции.

Ограничениями нашего исследования являются небольшой размер выборки, ретроспективный характер, а также отсутствие рандомизации пациентов, получающих противотуберкулезную терапию без

установки бронхоблокатора. По этой причине сложно объяснить часть влияния лекарственной устойчивости штаммов на результат. Можно предположить, что у части пациентов с ШЛУ была более высокая приверженность к лечению и соблюдению режима, что не учитывалось в данном исследовании ввиду его ретроспективного характера. При рассмотрении влияния объема полости деструкции на результат КББ не представляется возможным достоверно отделить эффект закрытия полостей вследствие клапанной бронхоблокации от эффекта закрытия полостей маленького объема на фоне изолированной противотуберкулезной терапии. Продолжение нашего исследования с увеличением набора выборки позволит либо исключить данный факт, либо его достоверно подтвердить.

Заключение. Положительный симптом целостности плевры является предиктором уменьшения объема доли после клапанной бронхоблокации. Уменьшение объема доли при клапанной бронхоблокации является прогностическим фактором закрытия полости деструкции.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Ловачева О.В., Елькин А.В., Зимонин П.Е., Краснов Д.В., Краснов В.А., Левин А.В., Склюев С.В., Скорняков С.Н., Степанов Д.В., Цеймах Е.А., Шумская И.Ю. *Федеральные клинические рекомендации по использованию метода клапанной бронхоблокации в лечении туберкулеза легких и его осложнений*. М.: Нью-Терра, 2015. 24 с. [Lovacheva O.V., Elkin A.V., Zimonin P.E., Krasnov D.V., Krasnov V.A., Levin A.V., Sklyuev S.V., Skomyakov S.N., Stepanov D.V., Tseymakh E.A., Shumskaya I.Yu. *Federal clinical guidelines for the use of valvular bronchoplasty in the treatment of pulmonary tuberculosis and its complications*. Moscow: New Terra, 2015. 24 p. (In Russ.)].
- Левин А.В., Цеймах Е.А., Зимонин П.Е. Применение клапанной бронхоблокации при осложненном туберкулезе легких // *Эндоскопия*. 2012. № 1. с. 15–17. [Levin A.V., Zeimakh E.A., Zimonin P.E. The use of valvular bronchoblocking in complicated pulmonary tuberculosis. *Endoscopy*, 2012, No. 1, pp. 15–17 (In Russ.)].
- Петрова Я.К., Краснов Д.В., Склюев С.В. Применение метода клапанной бронхоблокации в комплексном лечении деструктивного туберкулеза легких у больных с ВИЧ-инфекцией // *Медицинский альянс*. 2015. № 1. с. 113–114. [Petrova Ya.K., Krasnov D.V., Sklyuev S.V. Application of the method of valvular bronchoblocking in the complex treatment of destructive pulmonary tuberculosis in patients with HIV infection. *Medical Alliance*, 2015, No. 1, pp. 113–114 (In Russ.)].
- Gompelmann D., Eberhardt R., Slebos D.J., Brown M.S., Abtin F., Kim H.J., Holmes-Higgin D., Radhakrishnan S., Herth F.J., Goldin J. Diagnostic performance comparison of the Chartis System and high-resolution computerized tomography fissure analysis for planning endoscopic lung volume reduction. *Respirology* (Carlton, Vic.). 2014. Vol. 19, No. 4. P. 524–530. <https://doi.org/10.1111/resp.12253>.
- Eberhardt R., Gompelmann D., Herth F.J., Schuhmann M. Endoscopic bronchial valve treatment: patient selection and special considerations // *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*. 2015. Vol. 10. P. 2147–2157. <https://doi.org/10.2147/COPD.S63473>.
- Sciurba F.C., Ernst A., Herth F.J., Strange C., Criner G.J., Marquette C.H., Kovitz K.L., Chiacchierini R.P., Goldin J., McLennan G., VENT Study Research Group. A randomized study of endobronchial valves for advanced emphysema // *The New England journal of medicine*. 2010. Vol. 363, No. 13, pp. 1233–1244. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0900928>
- Herth F.J., Noppen M., Valipour A., Leroy S., Vergnon J.M., Ficker J.H., Egan J.J., Gasparini S., Agusti C., Holmes-Higgin D., Ernst A., International VENT Study Group (2012). Efficacy predictors of lung volume reduction with Zephyr valves in a European cohort // *The European Respiratory Journal*. 2012. Vol. 39, No. 6. P. 1334–1342. <https://doi.org/10.1183/09031936.00161611>.
- Делахов А.С., Кравченко А.Ф., Павлова Е.С., Тарасова А.Н. Эффективность применения клапанной бронхоблокации в комплексном лечении больных туберкулезом органов дыхания // *Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К.Амосова. Серия «Медицинские науки»*. 2018. Т. 3, № 12. с. 22–28. [Delakhov A.S., Kravchenko A.F., Pavlova E.S., Tarasova A.N. Effectiveness of valvular bronchoblocking in the complex treatment of patients with respiratory tuberculosis. *Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M. K. Amosov. Series «Medical Sciences»*, 2018, Vol. 3, No. 12, pp. 22–28 (In Russ.)].
- Еримбетов К.Д., Бектурсинов Б.У., Зетов А.Ш. Эффективность клапанной бронхоблокации в комплексном лечении больных туберкулезом легких с широкой лекарственной устойчивостью // *Туберкулез и болезни легких*. 2018. Т. 96, № 4. с. 47–51. [Erimbetov K.D., Bektursinov B.U., Zetov A.Sh. Efficacy of valvular bronchoplasty in the complex treatment of patients with extensively drug-resistant pulmonary tuberculosis. *Tuberculosis and lung diseases*, 2018, Vol. 96, No. 4, pp. 47–51 (In Russ.)].
- Yen Y.T., Wu M.H., Cheng L., Liu Y.S., Lin S.H., Wang J.D., Tseng Y.L. Image characteristics as predictors for thoracoscopic anatomic lung resection in patients with pulmonary tuberculosis. *The Annals of thoracic surgery*. 2011. Vol. 92, No. 1. P. 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.02.039>.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 28.03.2021 г.

Вклад авторов:

Разработка концепции и дизайна — П.В.Гаврилов. Написание текста — П.В.Гаврилов, А.Б.Весельский, И.А.Баулин. Сбор материала — И.А.Табанакова. Обзор публикаций по теме статьи — А.Б.Весельский. Обработка материала — А.Б.Весельский, И.А.Табанакова. Интерпретация и анализ полученных данных — П.В.Гаврилов, И.А.Баулин, А.Б.Весельский. Статистическая обработка, анализ и интерпретация данных — А.Н.Наркевич, А.И.Лаврова. Проверка критически важного интеллектуального содержания статьи — П.В.Гаврилов, А.И.Лаврова, Е.Г.Соколович. Редактирование окончательного варианта статьи — Е.Г.Соколович. Окончательное утверждение рукописи для публикации — П.В.Гаврилов.

Сведения об авторах:

Гаврилов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления «Лучевая диагностика» федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии», доцент научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» института высоких медицинских технологий федерального государственного бюджетного

учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: spbniiifrentgen@mail.ru; ORCID 0000–0003–3251–4084;

Весельский Артём Борисович — клинический ординатор федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail artem.veselsky@gmail.com; ORCID 0000–0002–2221–0290;

Баулин Иван Александрович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, врач-рентгенолог федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4, e-mail: ivanbaulin@yandex.ru; ORCID 0000–0002–4345–1747;

Табанаква Ирина Андреевна — кандидат медицинских наук, заведующая эндоскопическим отделением, врач-эндоскопист федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: tabbronch@mail.ru; ORCID 0000–0001–7919–7245;

Наркевич Артём Николаевич — доктор медицинских наук, доцент, декан медико-психолого-фармацевтического факультета, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, Красноярский край, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: narkevichart@gmail.com; ORCID 0000–0002–1489–5058;

Лаврова Анастасия Игоревна — доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, старший научный сотрудник института высоких медицинских технологий федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: aurebours@googlemail.com; ORCID 0000–0002–8969–535X;

Соколов Евгений Георгиевич — доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4, e-mail: sokole@mail.ru; ORCID 0000–0003–4794–0588.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2022 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» **42177**