

Г.А.Баксиян, А.А.Завьялов

**БРОНХИАЛЬНЫЙ СВИЩ – ГРОЗНОЕ И КОВАРНОЕ ОСЛОЖНЕНИЕ
В ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Баксиян Галуст Александрович: galust_1983@mail.ru

Резюме

Бронхоплевральный свищ является одним из наиболее опасных осложнений в торакальной хирургии, и может возникнуть как в раннем послеоперационном периоде (особенно в первые 7-10 дней после хирургического лечения), так и спустя много лет после операции. В большинстве случаев появление бронхиальной фистулы связано с прогрессированием онкологического процесса, постлучевыми изменениями в культе бронха, а также с персистирующей легочной инфекцией. Частота развития несостоятельности шва бронха после пневмонэктомии по поводу немелкоклеточного рака легкого составляет 1,5–12,5%, после лобэктомии – 1–4%. Среди предикторов развития данного осложнения выделяют: мужской пол, возраст старше 65 лет, больные с тяжелыми (ASA 3 или выше) и многочисленными сопутствующими заболеваниями, правосторонние и расширенные операции, комбинированное противоопухолевое лечение. Особая роль в профилактике развития бронхоплеврального свища отводится хирургическим методикам укрытия культи бронха различными тканями, в основном плеврой или мышцами. Лечение бронхиальной фистулы предполагает купирование общей воспалительной реакции, санацию остаточной плевральной полости и непосредственное закрытие дефекта, с использованием различных вариантов бронхо- и торакопластики.

Ключевые слова: бронхоплевральный свищ, свищ бронха, несостоятельность шва бронха, остаточная плевральная полость, хроническая эмпиема плевры, бронхопластика, торакопластика

Для цитирования: Баксиян Г.А., Завьялов А.А. Бронхиальный свищ – грозное и коварное осложнение в онкологической практике // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2023. №3. С. 41–46. DOI: 10.33266/2782-6430-2023-3-41-46

G.A.Baksiyan, A.A.Zavialov

Bronchial Fistula is a Formidable and Insidious Complication in Oncological PracticeInternational Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Baksiyan Galust Aleksandrovich: galust_1983@mail.ru

Abstract

Bronchopleural fistula is one of the most dangerous complications in thoracic surgery and can occur both in the early postoperative period (especially in the first 7-10 days after surgical treatment) and many years after surgery. In most cases, the appearance of a bronchial fistula is associated with the progression of the oncological process, post-radiation changes in the bronchus stump, and also with a persistent pulmonary infection. The incidence of bronchus suture failure after pneumonectomy for non-small cell lung cancer is 1.5-12.5%, after lobectomy - 1-4%. Among the predictors of the development of this complication, there are: male sex, age over 65 years, patients with severe (ASA 3 or higher) and numerous concomitant diseases, right-sided and extended operations, combined antitumor treatment. A special role in the prevention of the development of bronchopleural fistula is given to surgical techniques for covering the bronchus stump with various tissues, mainly the pleura or muscles. The treatment of bronchial fistula involves the relief of the general inflammatory reaction, the sanitation of the residual pleural cavity and the direct closure of the defect, using various options for broncho- and thoracoplasty.

Keywords: bronchopleural fistula, bronchus fistula, bronchus suture failure, residual pleural cavity, chronic pleural empyema, bronchoplasty, thoracoplasty

For citation: Baksiyan GA, Zavialov AA. Bronchial Fistula is a Formidable and Insidious Complication in Oncological Practice. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2023.3:41-46. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2023-3-41-46

Бронхоплевральный свищ (БПС) наряду с легочным кровотечением является наиболее драматичным осложнением в торакальной хирургии, обуславливающий наивысшую летальность. Отличительной особенностью свища бронха в онкологической практике является тот факт, что он может осложнить не только ранний послеоперационный период, но развиться даже спустя много лет после операции, что чаще всего связано с про-

грессированием онкологического процесса или постлучевыми изменениями в культе бронха, а также персистирующей легочной инфекцией.

По современным литературным данным частота развития бронхоплевральной фистулы (БПФ) после пневмонэктомии по поводу немелкоклеточного рака легкого (НМРЛ) составляет 1,5–12,5% [1], после лобэктомии – 1–4%, при этом смертность при несостоятельной культе бронха достигает 16–72% [2].

Из 34 000 пациентов подвергшихся лобэктомии, билобэктомии или пневмонэктомии, бронхоплевральный свищ возник у 318 больных (0,94%) с частотой после лобэктомии – 0,5%, при билобэктомии – 2,2%, при пневмонэктомии – 3% [3].

Причины возникновения БПС многочисленны, но следует выделить самые очевидные и доказанные из них.

В одной из крупнейших работ, посвященных факторам развития БПФ, японскими исследователями проанализированы результаты хирургического лечения почти 80000 больных, оперированных по поводу рака легкого с 1 января 2014 г. по 31 декабря 2015 г. и, включенных в национальную базу данных. Работа примечательна тем, что после анализа полученных сведений, авторы выделили основные факторы риска развития бронхо-плеврального свища, а затем, опробовали и подтвердили полученные результаты на следующей группе больных того же профиля, состоящей из более, чем 42000 человек, оперированных с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2016 г. [4].

На этом материале исследователи пришли к выводу, что развитие бронхо-плевральной фистулы и дыхательной недостаточности (не обусловленной БПФ) наблюдались 0,3% и 0,5% соответственно. При этом, 30-дневная смертность составила 19,4% и 38,4% соответственно. Повторная операция у пациентов с БПФ была выполнена у 52,1%.

Авторы выделили следующие предикты двух этих грозных осложнений: мужской пол, пожилой возраст, ИМТ ниже 18,5, поражение ЦНС, аутоиммунные заболевания, правосторонние (нижняя лоб/билобэктомия, пневмонэктомия) и бронхопластические операции, лимфодиссекция корня легкого и более расширенные вмешательства, интерстициальная пневмония, множественные опухолевые поражения легких, снижение ЖЕЛ и ОФВ1 более, чем на 10% от стандартизированной нормы, цирроз печени.

Более высокий риск развития несостоятельности шва бронха (НШБ) при правосторонних операциях (пневмонэктомия и нижняя лобэктомия), особенно, если они выполняются после неоадьювантной терапии, отмечается многими авторами [5].

В крупном исследовании, основанном на изучении результатов 4500 пневмонэктомий, внесенных во французскую национальную базу данных, послеоперационная летальность составила 7,8%. Были названы предикты развития НШБ: мужской пол, возраст старше 65 лет, больные с тяжелыми (ASA 3 или выше) и многочисленными сопутствующими заболеваниями (3 и более), правосторонние и расширенные операции [6].

В материалах других исследователей, проанализированы послеоперационные осложнения у 242 пациентов, перенесших пневмонэктомию по поводу рака легкого. Также выявлены факторы, увеличивающие риск развития несостоятельности культи главного бронха: пневмонэктомия справа, длинная (более 2,5 см) и не покрытая плеврой культя бронха, хроническая обструктивная болезнь легких, гипергликемия, гипоальбуминемия, предшествующая стероидная терапия, низкий объем форсированного вы-

доха за 1 секунду и длительная ИВЛ в послеоперационном периоде [7].

К причинам возникновения БПС (помимо упомянутых выше), относят также легочную инфекцию с некробиотическим потенциалом, туберкулез, проведенную химиотерапию или лучевую терапию [8].

В последние годы (период пандемии) были описаны случаи развития бронхо-плевральных свищей, как осложнения некротической пневмонии на фоне инфекции COVID-19 [9].

По времени возникновения после хирургического вмешательства БПС классифицируются на ранние (от 1 до 7 дней), промежуточные (подострые (от 8 до 30 дней) и поздние (более 30 дней) [10].

Бронхоплевральные свищи после лобэктомии или пневмонэктомии чаще возникают в течение первых 7–12 дней послеоперационного периода (т. е. являются подострыми) [11], проявляясь в абсолютном большинстве случаев к исходу третьего месяца со дня операции [12].

Однако формирование БПФ может происходить спустя годы после хирургического лечения, создавая значительные сложности для диагностики. К примеру, они могут появиться спустя 15 лет после операции, в случае развития хронической инфекции оперированного легкого [13] или на фоне постлучевого фиброза - некроз культи бронха и формирование бронхиального свища отмечены даже спустя 19 лет после проведенной лучевой терапии [14].

На фоне хронической инфекции остаточной плевральной полости (ОПП) свищи могут манифестировать как проявление постлобэктомической эмпиемы плевры даже спустя 35 лет после комбинированной терапии (правосторонняя верхняя лобэктомия, адьювантная лучевая терапия [15].

Одной из основных причин инфицирования плевральной полости считается остаточное (свободное) пространство, образующееся в гемитораксе после произведенной операции. К моменту выписки из стационара наличие отграниченного скопления воздуха в оперированном гемитораксе после лобэктомии колеблется в пределах 5-21% (в 95% таких случаев расправляющееся легкое полностью ликвидирует свободное пространство), а частота их инфицирования достигает 2%. Отмечается, что в 10% выполненных лобэктомий, длительный сброс воздуха и связанное с ним продолжительное дренирование гемиторакса, являются основной причиной инфицирования плевральной полости [16].

Частота постпневмонэктомической эмпиемы плевры варьирует от 2,2 до 16% [17], а уровень смертности при этом заболевании достигает 11,7%.

В ряде случаев на фоне хронической эмпиемы плевры наблюдается ее злокачественная трансформация [18].

Таким образом, для больных с БПС характерны следующие патологические клинические особенности:

1. Отсутствие части или целого легкого (в анамнезе имеется указание на выполнение лоб/билобэктомии, пневмонэктомии).

2. Комплексное лечение по поводу рака легкого

(больной находится в процессе указанной терапии или лечение уже завершено).

3. Клинические признаки фистулы культи бронха (гипотония, тахикардия, лихорадка, одышка, смещение средостения и др.).

4. Остаточная плевральная полость в оперированном гемитораксе.

5. Эмпиема плевры (острая, хроническая).

6. Свищевые ходы.

Правосторонние и расширенные хирургические вмешательства, особенно выполненные как этап комбинированного лечения злокачественной патологии легких, увеличивают риск развития несостоятельности культи бронха. Клиническая картина бронхиальной фистулы имеет ряд проявлений, которые при обследовании (КТ ОГК) не оставляют у клиницистов сомнений в развитии этого грозного осложнения.

Острые бронхо-плевральные свищи, возникшие в первые дни после произведенной операции на легких, имеют четкую и понятную клиническую картину, в то время как свищи, возникшие спустя длительный промежуток времени после хирургического вмешательства, могут быть сложны для диагностики.

Размеры свища бронха также имеют существенное значение для клинической картины – чем больше размер дефекта, тем более остро и отчетливо проявляется это осложнение (вплоть до развития плевропульмонального и септического шока, коллапса легкого на фоне внезапного массивного пневмоторакса с гемодинамически значимой транслокацией средостения).

Здесь следует разделить два принципиально разных понятия: бронхоплевральный свищ, возникший в результате несостоятельности шва бронха и образовавшийся уже после полного заживления бронхиальной культи.

Несостоятельность шва бронха определяется как дефект бронхиальной стенки, возникший до момента полного заживления ушитой культи бронха при потере шовным материалом герметичности.

Линия шва (особенно механического – скобы в современных аппаратах располагаются поперек продольной линии бронха) значительно или же полностью обескровливается, как и часть бронха дистальнее нее. Наряду со скелетизацией бронхиальной стенки и пересечением бронхиальных артерий и их ветвей, при выполнении лимфодиссекции, обязательной при хирургическом лечении рака легкого, культя бронха оказывается в критически ишемизированном состоянии.

В первую неделю после резекции бронха под сформированным швом в бронхиальной культе активно разворачиваются некробиотические процессы, в то время, как репарация начинается лишь к 7-9 дню. Прочность культи снижается на 40-50% к 5-7 суткам послеоперационного периода, что и приводит к ее наиболее частой разгерметизации именно в первую неделю после операции [19].

По этим причинам важна профилактика НШБ, а именно укрытие культи бронха различными тканями: плевризация [20], использование межреберных мышц [21].

Такие методики являются легко выполнимыми, не занимают много времени и давно доказали свою эффективность. Это объясняется тем, что культя бронха, покрытая лоскутом аутокани, особенно на сосудистой ножке, эффективнее справляется с локальной инфекцией и воспалением, неизбежно существующими в проекции бронхиального шва, что благоприятно сказывается на его заживлении [22].

Бронхоплевральный свищ, возникший в уже зажившей бронхиальной культе, это фистула, образование которой не связано с шовным материалом. Суть данного явления обусловлена органическим дефектом в стенке бронха в исходе деструктивных процессов, исходно совершенно различных по своей природе (лучевой ожог, продолженный рост опухоли, гангрена легкого и др.).

Во всех случаях, когда это возможно, бронхиальные свищи должны быть ликвидированы.

Лечение бронхиальной фистулы и эмпиемы плевры, возникшей как вторичное осложнение, условно делится на несколько этапов. На первом этапе необходимо деконтаминировать гемиторакс (а также иные области, подвергшиеся гнойному воспалению) в сочетании с системной антибактериальной терапией, на втором – устранить бронхоплевральный свищ, на третьем – заполнить патологическую свободную плевральную полость (если таковая имеется).

С учетом опыта 47 операций по устранению хронической эмпиемы плевры на фоне БПС, возникшем после пневмонэктомии, авторы предложили свою хирургическую стратегию закрытия фистулы [23]. При диаметре свища менее 1,0мм выполняется бронхоскопическая аппликация фибринового клея, прижигание азотнокислым серебром и схожие методики. При диаметре свища 1-3мм его закрывают во время операции заплаткой Neoveil (Gunze Co., Токио, Япония), приклеивая ее медицинским клеем (OB Glue). При свищах 3-5мм слизистую оболочку несостоятельного бронха и рубцовую ткань вокруг него ушивают, укрепляя заплатой Neoveil. При фистуле диаметром более 5мм необходимо использование обильно васкуляризированных мышц.

В большинстве случаев хронической эмпиемы плевры, последняя, на фоне тяжелого фиброза, резко утолщается, кальцинируется и превращается в совершенно ригидный «каменный» каркас, внутри которого скапливается гнойный экссудат. Когда патологическая полость заполняется этим содержимым, то часть его выдавливается в ретроградном направлении через бронхиальную фистулу в трахео-бронхиальное дерево (у больных появляется гнойная мокрота) или же за счет избытка давления внутри полости формируются всевозможные внутренние и внешние свищи.

По этим причинам для санирования остаточной плевральной полости выполняется ее дренирование (включая вакуумные дренажные системы с созданием отрицательного давления), формирование окна Элеоссера и иных методик, способствующих очищению и аэрации внутреннего пространства эмпиемной полости.

Антибактериальная терапия при формировании БПС и эмпиемы плевры обязательна и проводится либо методом превентивного назначения препаратов широкого спектра действия, к которым может быть чувствительна патогенная микрофлора плевральной полости, либо по результатам бактериального посева отделяемого из нее. Следует отметить, что без адекватного дренирования остаточной плевральной полости антибактериальная терапия не имеет существенного клинического эффекта, так как лекарственный препарат плохо проникает через ее толстые стенки и само по себе лечение гнойных скоплений диктует необходимость их элиминации.

Толстые кальцинированные стенки хронической эмпиемной полости ограничивают проникновение лекарственных препаратов в инфицированное пространство, обуславливая лекарственную устойчивость. Хирургические вмешательства помогают в диагностике заболевания (морфологическая верификация), устраняют очаг хронической инфекции, позволяют выполнить тщательный плевродез, тем самым расправить ателектазированную паренхиму [24]

На втором этапе лечения показано устранение БПС, являющегося первопричиной развития гнойного воспаления в плевральной полости и фактором, поддерживающим хроническую интоксикацию в организме больного. Ликвидация БПФ является важнейшим и обязательным элементом комплексного лечения остаточной гнойной полости.

В случае острой несостоятельности шва бронха и острой контаминации плевры в раннем послеоперационном периоде, первый (элиминация местной и системной инфекции) и второй (устранение фистулы бронха) этапы лечения объединяются.

Хирургическое закрытие несостоятельной бронхиальной культи, на фоне которой образовалась хроническая остаточная эмпиемная полость, представляется очень сложной задачей, что объясняется рядом факторов. Так, например, на фоне расплавления сформированного после первичной операции фиброторакса, под влиянием литических ферментов патогенной флоры и аутолиза тканей в результате деятельности иммунной системы, значительно изменяется форма и висцеротопия органов и тканей внутри грудной клетки. Это касается не только той плевральной полости, в которой наблюдается патологический процесс, но и контралатеральной, а также области средостения.

Завершающий этап лечения БПФ с остаточной плевральной полостью заключается в ликвидации последней. Для заполнения санированной полости эмпиемы используются мышцы на сосудистой ножке: широчайшая мышца спины, большая грудная мышца, прямая мышца живота, передняя зубчатая мышца, межреберные мышцы. Среди них наиболее часто применяется лоскут широчайшей мышцы спины, так как эта она анатомически оптимально расположена для транслокации в грудную клетку, имеет крупные размеры и обильно кровоснабжается, что позволяет с избытком заполнить санированную остаточную полость.

Другие мышцы меньшего размера, поэтому, зачастую, их приходится перемещать в остаточную плевральную полость комбинированными группами.

При ликвидации бронхоплеврального свища и правильном выборе мышечного лоскута, которым облитерируется ОПП, успешные результаты хирургического лечения превышают 91% [25].

Пластическое закрытие полости хронической эмпиемы может быть выполнено не только крупными мышцами грудной клетки, но и другими мышечными лоскутами, в частности, латеральной порцией широчайшей мышцы бедра [26]. Авторы статьи выполняли операцию в два этапа. На 1-м этапе производили тщательную санацию плевральной полости, ликвидацию бронхоплевральной фистулы или иного свища, с последующим дренированием гемиторакса. Хирургическое вмешательство может быть завершено формированием торакастомы. На втором этапе производится облитерация плевральной полости трансплантированным свободным мышечным лоскутом с формированием анастомозов сосудов, огибающих бедренную кость с торакодорзальными сосудами. Периоперационных и отдаленных осложнений не было. Во всех описанных случаях достигнут клинический успех хирургического лечения.

Использование сальника в целях бронхопластики при развитии БПФ может ликвидировать не только единичный свищ, по поводу которого выполнялась оментопластика, но и иные свищи, появившиеся уже после фиксации пряди сальника к культе бронха [27].

Существуют более изощренные и единичные методы торакопластики, такие как перемещение в грудную клетку молочной железы для ликвидации ОПП [28].

К счастью, при торакоскопических резекциях, частота столь грозных осложнений, а значит и необходимость торакопластических вмешательств значительно меньше [29].

Заключение

Торакальные онкохирургические операции относятся к категории технически трудных и потенциально опасных вмешательств. Это объясняется ограниченностью доступа к органам грудной клетки, сложностью анатомических взаимоотношений расположенных в ней органов и тканей, подвергшихся трансформации вследствие наличия опухолевого процесса.

Эти обстоятельства затрудняют, а порой делают невозможным использование сшивающих аппаратов, которые просто невозможно ввести в плевральную полость под необходимым углом. При введении аппаратов и крупных инструментов в грудную клетку хирургу необходимо быть очень внимательным и осторожным, чтобы не повредить внутригрудные структуры.

В таких условиях при сшивании сосудов и бронхов может возникнуть излишняя тракция сшиваемых тканей, что неблагоприятно скажется на их заживлении. Избыточное натяжение при сшивании бронхиальной стенки, наряду с множеством других

причин, может обусловить несостоятельность шва бронха в самые ближайшие дни после выполненной операции.

К причинам, негативно сказывающимися на заживлении бронха относят: ригидность бронхиальной стенки, сложность формирования ручного шва, недостаточное кровоснабжение линии механического шва, особенно после лимфодиссекции и скелетизации бронха и др. Значительную роль играет и проводимое комбинированное противоопухолевое лечение.

В течение многих десятилетий торакальными хирургами оттачивалась техника и мастерство выполнения резекций легких. Тем не менее, частота несостоятельности шва бронха после лобэктомий достигает даже у опытных хирургов 4%, а после пневмонэктомий - 12%.

Для уменьшения частоты НШБ необходимо шире использовать методами профилактики этого осложнения – укрывать культы бронхов доступными лоскутами.

Следует продолжить изучение «биологии» и «механики» оперированного бронха, с целью даль-

нейшего усовершенствования способов формирования бронхиального шва и анастомоза.

В случаях, когда избежать несостоятельности шва бронха и образование фистулы не удалось, хирургам-онкологам необходимо решить ряд сложных задач, от успеха которых, зависит жизни больных. Ведь при появлении свища культы бронха, состояние больных резко и значительно ухудшается, а летальность при этом осложнении достигает ужасающих 70% и более.

Необходимо вовремя установить диагноз бронхо-плеврального свища, рационально применить имеющийся арсенал лечебных мероприятий - от назначения антибактериальной терапии и дренирования плевральной полости, до выполнения чрезвычайно сложных реконструктивных бронхопластических и торако-пластических операций.

Борьба онкологов и торакальных хирургов с ликвидацией последствий НШБ и устранением бронхиальной фистулы, в большинстве случаев, воистину, может быть титанической. Но каждая спасенная таким образом человеческая жизнь, несомненно, стоит всех этих усилий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Skrzypczak P., Roszak M., Kasprzyk M., Dyszkiewicz W., Kamiński M., Gabryel P., Piwkowski C. The Technique of Stump Closure Has no Impact on Post-Pneumonectomy Bronchopleural Fistula in the Non-Small Cell Lung Cancer-A Cross-Sectional Study. *J. Thorac. Dis.* 2022;14(9):3343-3351. doi: 10.21037/jtd-22-240. PMID: 36245618; PMCID: PMC9562551.
- Uchibori A., Okada S., Takeda-Miyata N., Tsunozuka H., Kato D., Inoue M. Omental Flap for Bronchopleural Fistula after Pneumonectomy and Aorta Replacement. *Ann. Thorac. Surg.* 2020;109(5):e349-e351. doi: 10.1016/j.athoracsur.2019.08.079. Epub 2019 Oct 3. PMID: 31586619.
- Pförr A., Pagès P.B., Baste J.M., Thomas P., Falcoz P.E., Lepimpec Barthes F., Dahan M., Bernard A. Epithor Project French Society of Thoracic and Cardiovascular Surgery. A Predictive Score for Bronchopleural Fistula Established Using the French Database Epithor. *Ann. Thorac. Surg.* 2016;101(1):287-293. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.06.026. Epub 2015 Aug 21. PMID: 26303974.
- Endo S., Ikeda N., Kondo T., et al. Risk Assessments for Broncho-Pleural Fistula and Respiratory Failure after Lung Cancer Surgery by National Clinical Database Japan. *Gen. Thorac. Cardiovasc Surg.* 2019;67:297-305. doi.org/10.1007/s11748-018-1022-y.
- Okuda M., Go T., Yokomise H. Risk Factor of Bronchopleural Fistula after General Thoracic Surgery: Review Article. *Gen. Thorac. Cardiovasc Surg.* 2017;65(12):679-685. doi: 10.1007/s11748-017-0846-1.
- Thomas P.A., Berbis J., Baste J.M., Le Pimpec-Barthes F., Tronc F., Falcoz P.E., Dahan M., Loundou A., EPITHOR Group. Pneumonectomy for Lung Cancer: Contemporary National Early Morbidity and Mortality Outcomes. *J. Thorac. Cardiovasc Surg.* 2015;149(1):73-82. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.09.063.
- Algar F.J., Alvarez A., Aranda J.L., Salvatierra A., Baamonde C., López-Pujol F.J. Prediction of Early Bronchopleural Fistula after Pneumonectomy: a Multivariate Analysis. *Ann. Thorac. Surg.* 2001;72(5):1662-1667. doi: 10.1016/s0003-4975(01)03096-x.
- Salik I, Vashisht R, Abramowicz AE. Bronchopleural Fistula. 2022 May 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 30521186
- Peeters K, Mesotten D, Willaert X, Deraedt K, Nauwelaers S, Lauwers G. Salvage Lobectomy to Treat Necrotizing SARS-CoV-2 Pneumonia Complicated by a Bronchopleural Fistula. *Ann Thorac Surg.* 2021 Apr;111(4):e241-e243. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.10.038. Epub 2020 Dec 3. PMID: 33279555; PMCID: PMC7713638
- Varoli F, Roviario G, Grignani F, Vergani C, Maciocco M, Rebuffat C. Endoscopic treatment of bronchopleural fistulas. *Ann Thorac Surg.* 1998 Mar;65(3):807-9. doi: 10.1016/s0003-4975(97)01427-6. PMID: 9527218
- Fishman TJ, Salabei JK, Zadeh CM, Malhi MS, Asnake ZT, Bazikian Y. An atypical complicated left-sided bronchopleural fistula presenting more than seven months after lobectomy. *Respir Med Case Rep.* 2020 Apr 19;30:101056. doi: 10.1016/j.rmcr.2020.101056. PMID: 32346507; PMCID: PMC7183224
- Gaur P, Dunne R, Colson YL, Gill RR. Bronchopleural fistula and the role of contemporary imaging. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014 Jul;148(1):341-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.11.009. Epub 2013 Dec 16. PMID: 24355543
- Fortier LM, Raman V, Grove DA. Development of Bronchopleural Fistula Complicated by Empyema Fifteen Years After Right Lower Lobe Lobectomy: A Case Report. *Am J Case Rep.* 2020 Jul 27;21:e924245. doi: 10.12659/AJCR.924245. PMID: 32716911; PMCID: PMC7414832
- Suzuki H, Fukunaga T. Death due to a bronchus-pulmonary artery fistula developed 19 years after radiotherapy: A forensic autopsy case report. *Leg Med (Tokyo).* 2020 Nov;47:101774. doi: 10.1016/j.legalmed.2020.101774. Epub 2020 Aug 3. PMID: 32777694
- Hong JI, Shin HJ, Jo WM, Shin JS, Hwang J. Thoracomyoplasty for Chronic Empyema and Osteoradionecrosis of the Chest Wall. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021 Jun 5;54(3):228-231. doi: 10.5090/jcs.20.087. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33234765; PMCID: PMC8181697
- Fournier I, Krueger T, Wang Y, Meyer A, Ris HB, Gonzalez M. Tailored thoracomyoplasty as a valid treatment option for chronic postlobectomy empyema. *Ann Thorac Surg.* 2012 Aug;94(2):387-93. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.02.089. Epub 2012 May 16. PMID: 22595467
- Hong JI, Shin HJ, Jo WM, Shin JS, Hwang J. Thoracomyoplasty for Chronic Empyema and Osteoradionecrosis of the Chest Wall. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021 Jun 5;54(3):228-231. doi: 10.5090/jcs.20.087. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33234765; PMCID: PMC8181697
- Kim JK, Kim MS, Lee KH, Lee RW, Kim L. Sarcomatoid carcinoma associated with chronic empyema and early lung and pleural metastases: A case report. *Medicine (Baltimore).* 2021 May 7;100(18):e25692. doi: 10.1097/MD.00000000000025692. PMID: 33950950; PMCID: PMC8104239
- Лищенко В. В.. "Профилактика несостоятельности культы бронха и бронхиальных свищей после пневмонэктомии" Вестник хирургии имени И. И. Грекова, vol. 168, no. 2, 2009, pp. 69-74
- Domen H, Hida Y, Yamada H, Ichinokawa K, Inoko K, Hayashi M, Kaku S, Kaga K. [Bronchial Stump Coverage Technique by da Vinci Xi]. *Kyobu Geka.* 2020 Apr;73(4):264-269. Japanese. PMID: 32393685
- Majeed FA, Raza A, Imtiaz T, Rahim K. Pediculated Intercostal Muscle Flaps in Bronchiectasis Resectional Surgery for Bronchial Stump Reinforcement. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2020 Feb;30(2):197-200. doi: 10.29271/jcpssp.2020.02.197. PMID: 32036830
- Yoshimine S, Tanaka T, Murakami J, Yamamoto N, Ueno K, Kurazumi H, Ikeda E, Hamano K. Postoperative changes in a bronchial stump following covering with free fat tissue in a rat model. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2023 May 2;63(5):ezad154. doi: 10.1093/ejcts/ezad154. PMID: 37067497
- Zhu M, Yang Y, Shi Y, Zhang Y, Liu J, Lu N. A treatment protocol for chronic post-pneumonectomy empyema associated with bronchopleural fistula: A single-centre retrospective study. *Int Wound J.* 2023 Mar;20(3):725-731. doi: 10.1111/iwj.13915. Epub 2022 Aug 8. PMID: 36787267; PMCID: PMC927892

24. Zeng X, Yue W, Ye S, Zhang L, Yang S. Evaluation of thoracic surgery as a treatment approach in patients with rifampin-resistant chronic tuberculous empyema. *J Bras Pneumol*. 2022 Sep 5;48(4):e20220074. doi: 10.36416/1806-3756/e20220074. PMID: 36074408; PMCID: PMC9496269
25. Hysi I, Rousse N, Claret A, Bellier J, Pinçon C, Wallet F, Akkad R, Porte H. Open window thoracostomy and thoracoplasty to manage 90 postpneumonec-tomy empyemas. *Ann Thorac Surg*. 2011 Nov;92(5):1833-9. doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.07.004. Epub 2011 Sep 28. PMID: 21955574
26. Wu Y, He Z, Zhang C, Liu Y, Xu W, Chen G, Liu Z, Xin S, Wang L. Free vastus lateralis muscle flap transplantation for postoperative chronic empyema: retrospective analysis of eight case series. *Ann Palliat Med*. 2021 May;10(5):5046-5054. doi: 10.21037/apm-21-261. Epub 2021 May 14. PMID: 34044552
27. Iizuka S, Uebayashi A, Nakamura T, Funai K. Spontaneous closure of a metachronous brochopleural fistula after omentoplasty for a preceding fistula: Case report. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022 Sep 13;82:104645. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104645. PMID: 36268306; PMCID: PMC9577646
28. de Weerd L, Endresen PC, Numan AT, Weum S. Intrathoracic Breast Transposition: A New Method in the Treatment of Bronchopleural Fistula and Empyema. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019 Dec 30;7(12):e2531. doi: 10.1097/GOX.0000000000002531. PMID: 32537290; PMCID: PMC7288868
29. Баксиян Г.А., Степанынц Н.Г., Астахов Д.Н., Завьялов А.А. Торакоскопическая резекция левого легкого (метастазэктомия) в условиях субмаксимальной редукции контралатерального легкого./ Практическая онкология. 2022. Т. 23. № 3. С. 195-201. doi:10.31917/2303195
1. Skrzypczak P, Roszak M, Kasprzyk M, Dyszkiewicz W, Kamiński M, Gabryel P, Piwkowski C. The technique of stump closure has no impact on post-pneumonec-tomy bronchopleural fistula in the non-small cell lung cancer-a cross-sectional study. *J Thorac Dis*. 2022 Sep;14(9):3343-3351. doi: 10.21037/jtd-22-240. PMID: 36245618; PMCID: PMC9562551
2. Uchibori A, Okada S, Takeda-Miyata N, Tsunozuka H, Kato D, Inoue M. Omental Flap for Bronchopleural Fistula After Pneumonec-tomy and Aorta Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2020 May;109(5):pp.349-351. doi: 10.1016/j.athoracsur.2019.08.079. Epub 2019 Oct 3. PMID: 31586619
3. Pforr A, Pagès PB, Baste JM, Thomas P, Falcoz PE, Lepimpec Barthes F, Dahan M, Bernard A; Epithor Project French Society of Thoracic and Cardiovascular Surgery. A Predictive Score for Bronchopleural Fistula Established Using the French Database Epithor. *Ann Thorac Surg*. 2016 Jan;101(1): pp.287-93. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.06.026. Epub 2015 Aug 21. PMID: 26303974
4. Endo, S., Ikeda, N., Kondo, T. et al. Risk assessments for broncho-pleural fistula and respiratory failure after lung cancer surgery by National Clinical Database Japan. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 67, pp. 297–305 (2019). doi.org/10.1007/s11748-018-1022-y
5. Okuda M, Go T, Yokomise H. Risk factor of bronchopleural fistula after general thoracic surgery: review article. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2017 Dec;65(12): pp.679-685. doi: 10.1007/s11748-017-0846-1. Epub 2017 Oct 12. PMID: 29027099
6. Thomas PA, Berbis J, Baste JM, Le Pimpec-Barthes F, Tronc F, Falcoz PE, Dahan M, Loundou A; EPITHOR group. Pneumonec-tomy for lung cancer: contemporary national early morbidity and mortality outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015 Jan;149(1): pp.73-82. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.09.063. Epub 2014 Sep 28. PMID: 25439468
7. Algar FJ, Alvarez A, Aranda JL, Salvatierra A, Baamonde C, López-Pujol FJ. Prediction of early bronchopleural fistula after pneumonec-tomy: a multivariate analysis. *Ann Thorac Surg*. 2001 Nov;72(5): pp.1662-7. doi: 10.1016/s0003-4975(01)03096-x. PMID: 11722062
8. Salik I, Vashisht R, Abramowicz AE. Bronchopleural Fistula. 2022 May 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 30521186
9. Peeters K, Mesotten D, Willaert X, Deraedt K, Nauwelaers S, Lauwers G. Salvage Lobectomy to Treat Necrotizing SARS-CoV-2 Pneumonia Complicated by a Bronchopleural Fistula. *Ann Thorac Surg*. 2021 Apr;111(4): pp.241-243. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.10.038. Epub 2020 Dec 3. PMID: 33279555; PMCID: PMC7713638
10. Varoli F, Roviario G, Grignani F, Vergani C, Maciocco M, Rebuffat C. Endoscopic treatment of bronchopleural fistulas. *Ann Thorac Surg*. 1998 Mar;65(3): pp.807-9. doi: 10.1016/s0003-4975(97)01427-6. PMID: 9527218
11. Fishman TJ, Salabei JK, Zadeh CM, Malhi MS, Asnake ZT, Bazikian Y. An atypical complicated left-sided bronchopleural fistula presenting more than seven months after lobectomy. *Respir Med Case Rep*. 2020 Apr 19;30:101056. doi: 10.1016/j.rmcr.2020.101056. PMID: 32346507; PMCID: PMC7183224
12. Gaur P, Dunne R, Colson YL, Gill RR. Bronchopleural fistula and the role of contemporary imaging. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014 Jul;148(1): pp.341-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.11.009. Epub 2013 Dec 16. PMID: 24355543
13. Fortier LM, Raman V, Grove DA. Development of Bronchopleural Fistula Complicated by Empyema Fifteen Years After Right Lower Lobe Lobectomy: A Case Report. *Am J Case Rep*. 2020 Jul 27;21: pp.924-25. doi: 10.12659/AJCR.924245. PMID: 32716911; PMCID: PMC7414832
14. Suzuki H, Fukunaga T. Death due to a bronchus-pulmonary artery fistula developed 19 years after radiotherapy: A forensic autopsy case report. *Leg Med (Tokyo)*. 2020 Nov;47:101774. doi: 10.1016/j.legalmed.2020.101774. Epub 2020 Aug 3. PMID: 3277694
15. Hong JI, Shin HJ, Jo WM, Shin JS, Hwang J. Thoracomyoplasty for Chronic Empyema and Osteoradionecrosis of the Chest Wall. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021 Jun 5;54(3): pp.228-231. doi: 10.5090/jcs.20.087. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33234765; PMCID: PMC8181697
16. Fournier I, Krueger T, Wang Y, Meyer A, Ris HB, Gonzalez M. Tailored thoracomyoplasty as a valid treatment option for chronic postlobectomy empyema. *Ann Thorac Surg*. 2012 Aug;94(2): pp.387-93. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.02.089. Epub 2012 May 16. PMID: 22595467
17. Hong JI, Shin HJ, Jo WM, Shin JS, Hwang J. Thoracomyoplasty for Chronic Empyema and Osteoradionecrosis of the Chest Wall. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021 Jun 5;54(3): pp.228-231. doi: 10.5090/jcs.20.087. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33234765; PMCID: PMC8181697
18. Kim JK, Kim MS, Lee KH, Lee RW, Kim L. Sarcomatoid carcinoma associated with chronic empyema and early lung and pleural metastases: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2021 May 7;100(18): pp.256-62. doi: 10.1097/MD.00000000000025692. PMID: 33950950; PMCID: PMC8104239
19. Lishenko V. V. "Prevention of bronchus stump insolvency and bronchial fistulas after pneumonec-tomy" I. I. Grekov *Bulletin of Surgery*, vol. 168, no. 2, 2009, pp. 69-74
20. Domen H, Hida Y, Yamada H, Ichinokawa K, Inoko K, Hayashi M, Kaku S, Kaga K. [Bronchial Stump Coverage Technique by da Vinci Xi]. *Kyobu Geka*. 2020 Apr;73(4): pp.264-269. Japanese. PMID: 32393685
21. Majeed FA, Raza A, Imtiaz T, Rahim K. Pediculated Intercostal Muscle Flaps in Bronchiectasis Resectional Surgery for Bronchial Stump Reinforcement. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2020 Feb;30(2): pp.197-200. doi: 10.29271/jcpssp.2020.02.197. PMID: 32036830
22. Yoshimine S, Tanaka T, Murakami J, Yamamoto N, Ueno K, Kurazumi H, Ikeda E, Hamano K. Postoperative changes in a bronchial stump following covering with free fat tissue in a rat model. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2023 May 2;63(5):ezad154. doi: 10.1093/ejcts/ezad154. PMID: 37067497
23. Zhu M, Yang Y, Shi Y, Zhang Y, Liu J, Lu N. A treatment protocol for chronic post-pneumonec-tomy empyema associated with bronchopleural fistula: A single-centre retrospective study. *Int Wound J*. 2023 Mar;20(3): pp.725-731. doi: 10.1111/iwj.13915. Epub 2022 Aug 8. PMID: 36787267; PMCID: PMC9927892
24. Zeng X, Yue W, Ye S, Zhang L, Yang S. Evaluation of thoracic surgery as a treatment approach in patients with rifampin-resistant chronic tuberculous empyema. *J Bras Pneumol*. 2022 Sep 5;48(4):e20220074. doi: 10.36416/1806-3756/e20220074. PMID: 36074408; PMCID: PMC9496269
25. Hysi I, Rousse N, Claret A, Bellier J, Pinçon C, Wallet F, Akkad R, Porte H. Open window thoracostomy and thoracoplasty to manage 90 postpneumonec-tomy empyemas. *Ann Thorac Surg*. 2011 Nov;92(5): pp.1833-9. doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.07.004. Epub 2011 Sep 28. PMID: 21955574
26. Wu Y, He Z, Zhang C, Liu Y, Xu W, Chen G, Liu Z, Xin S, Wang L. Free vastus lateralis muscle flap transplantation for postoperative chronic empyema: retrospective analysis of eight case series. *Ann Palliat Med*. 2021 May;10(5): pp.5046-5054. doi: 10.21037/apm-21-261. Epub 2021 May 14. PMID: 34044552
27. Iizuka S, Uebayashi A, Nakamura T, Funai K. Spontaneous closure of a metachronous brochopleural fistula after omentoplasty for a preceding fistula: Case report. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022 Sep 13;82:104645. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104645. PMID: 36268306; PMCID: PMC9577646
28. de Weerd L, Endresen PC, Numan AT, Weum S. Intrathoracic Breast Transposition: A New Method in the Treatment of Bronchopleural Fistula and Empyema. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019 Dec 30;7(12):e2531. doi: 10.1097/GOX.0000000000002531. PMID: 32537290; PMCID: PMC7288868
29. Baksiiyan G.A., Stepanyants N.G., Astakhov D.N., Zavialov A.A. Thoracoscopic resection of the left lung (metastasec-tomy) under conditions of submaximal reduction of the contralateral lung./ *Practical Oncology*. 2022. T. 23. № 3. pp. 195-201. doi:10.31917/2303195

REFERENCES

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 10.06.2023. Принята к публикации: 12.07.2023.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 10.06.2023. Accepted for publication: 12.07.2023