

ДРЕНИРОВАНИЕ ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЯХ В ТОРАКАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ: ИЗВЛЕЧЕННЫЕ УРОКИ

Салимов Д.Ш.¹, Крайнюков П.Е.^{1,4}, Воробьев А.А.²,
Калашников А.В.³, Травин Н.О.*¹

DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.87.11.020

¹ ФКУ «Центральный военный клинический госпиталь имени П.В. Мандрыка» МО РФ, Москва

² Волгоградский медицинский университет, Волгоград

³ Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал Волгоградского медицинского университета, Пятигорск

⁴ Российский университет дружбы народов, Москва

Резюме. В обзоре представлены исторические сведения, связанные со становлением и развитием метода дренирования плевральной полости при различных патологических состояниях, сопровождающихся развитием пневмоторакса, гидроторакса, в том числе эмпиемы плевры. Показаны роль и значение плеврального дренажа в неотложной торакальной хирургии и травматологии. Прослежена хронология способов, применяемых для их ликвидации, начиная с античной медицины, и до наших дней, изложен вклад великих хирургов прошлого (Ларрей, Бильрот, Дюпюитрен, Бюлау и других) в данный раздел торакальной хирургии. Приведены ссылки на редкие факты и литературные источники, излагающие пути решения проблем, связанных с дренированием плевральной полости и расправлением легкого: эволюция профилактики попадания воздуха в плевральную полость в процессе дренирования, аспирационные и «клапанные» методы. Описываются основные виды дренажных систем и устройств, катетеров, применяемых для дренирования. Обсуждаются вопросы выбора оптимального места дренирования, контроля установки дренажа и его функционирования, сроков стояния дренажей, профилактики типичных ошибок. Проанализированы осложнения, сопровождающие процесс дренирования плевральной полости, в том числе мало освещенный в медицинских публикациях отек легкого после расправления.

Ключевые слова: плевральная полость, пневмоторакс, гидроторакс, эмпиема, дренирование.

Дренирование плевральной полости — одна из наиболее часто выполняемых манипуляций в торакальной (и не только) хирургии, значение которой, вероятно, недооценено: в большинстве случаев травмы груди пациенты могут быть излечены с помощью только торакостомии трубкой [1]. Её применяют для ликвидации воздуха (при пневмотораксе), жидкости (выпот в плевральной полости, кровь, лимфа или гной (эмпиема) из внутригрудного пространства; также возможны различные комбинации этих компонентов [2–7]. Целью дренирования, в первую очередь, является расправление коллабированного легкого и устранение смещения средостения, которые могут вызывать дыхательные и гемодинамические расстройства. В зависимости от способа, который обеспечивает эвакуацию патологического содержимого из плевральной полости, различают открытое (торакостомия), закрытое (клапанное) и аспирационное дренирование (в т.ч. плев-

DRAINAGE OF PLEURAL CAVITY IN CASE OF EMERGENCY IN THORACIC SURGERY: LESSONS LEARNED

Salimov D.Sh.¹, Krajnyukov P.E.^{1,4}, Vorobev A.A.², Kalashnikov A.V.³, Travin N.O.*¹

¹ P.V.Mandryka Medical Educational and Scientific Clinical Centre, Moscow

² Volgograd State Medical University, Volgograd

³ Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute — a branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk

⁴ RUDN University, Moscow

Abstract. The review presents historical information related to the establishment and development of the method of drainage of the pleural cavity in various pathological conditions, accompanied by the development of pneumothorax, hydrothorax, including pleural empyema. The role and significance of pleural drainage in emergency thoracic surgery and traumatology are shown. A chronology of the methods used to eliminate them, from ancient medicine to the present day, is traced, the contribution of the great surgeons of the past (Larrey, Billroth, Dupuytren, Bulau and others) to this section of thoracic surgery is described. References to rare facts and literature sources explaining ways to solve problems associated with drainage of the pleural cavity and expansion of the lung are given: evolution of prevention of air into the pleural cavity during drainage, aspiration and “valve” methods. The main types of drainage systems and devices, catheters used for drainage are described. The issues of choosing the optimal drainage location, monitoring the installation of the drainage and its functioning, the duration of the drainage, prevention of common mistakes are discussed. The complications accompanying the process of drainage of the pleural cavity were analyzed, including pulmonary edema, which was poorly covered in medical publications, after spreading.

Keywords: pleural cavity, pneumothorax, hydrothorax, empyema, drainage.

ральная пункция). Противопоказаний к дренированию плевральной полости почти не существует. Относительными противопоказаниями, в некоторых ситуациях, считают терминальное состояние пациента, рефрактерную коагулопатию, в том числе на фоне приема антикоагулянтов, диафрагмальную грыжу и даже гидроторакс, вызванный заболеваниями печени [8], однако всеми ими можно пренебречь, если выполнение дренирования необходимо по жизненным показаниям.

Несмотря на мнимую простоту этой хирургической манипуляции, следует учитывать, что ее, зачастую, выполняют «вслепую», что предьявляет высокие требования к тщательной всесторонней оценке ситуации, потребовавшей дренирования, и соблюдению последовательности действий. Необходимым условием разумного применения дренажных устройств является понимание хирургической анатомии, физиологии и патологии груд-

* e-mail: dr.travin@mail.ru

ной клетки, плеврального пространства и средостения, а также физики всасывающего дренажа [9].

Следует отметить, что заболевания и патологические состояния, при которых выполняют дренирование, весьма многообразны, и их очень сложно систематизировать и даже перечислить. Поэтому, в настоящем обзоре авторы сознательно ограничились только закрытыми методиками дренирования, выполняемым по неотложным показаниям.

Исторические сведения

На скелете неандертальца, обнаруженного в пещере Шанидар в Ираке, можно увидеть зажившую проникающую рану, идущую сквозь девятое ребро слева. У второго скелета в той же пещере были зажившие множественные переломы ребер [1]. Вероятно, первым упоминанием о возможности лечения ранений грудной клетки является «Папирус Эдвина Смита» («Хирургический папирус»), относящийся приблизительно к 1500 году до нашей эры и, в свою очередь, представляющий незавершенную копию более раннего текста, датированного 2686–2181 годами до нашей эры (Рис. 1).

В «Папирусе» описаны 48 случаев травмы, каждый из которых содержит описание анатомического характера повреждения, обследования, лечения и прогноза; случаи 39–46, так или иначе, связаны с грудной клеткой, включая «раны груди», «зараженные раны груди», «переломы ребер», «смещения ребер», а также «переломы и вывихи ключицы». Пять из них признаны излечимыми, один — состоянием, с которым следует бороться, один — неизлечимым.

Собственно, концепция дренирования грудной клетки была впервые изложена в трудах Гиппократов, где он описал лечение эмпиемы с помощью разреза, прижигания и вставки металлических трубок [10].

В средние века, уже в ходе Крестовых походов, после ранения груди выполняли торакоцентез острым стилетом для эвакуации гноя. Примечательно, что тогда же, уже в XI–XII вв. в Европе и на Востоке имело место лицензирование деятельности практикующих врачей, а также существовали наказания за неблагоприятные последствия лечения (изгнание из города; ампутация большого пальца с целью исключения возможности дальнейшей практики; повешение) [11]. В XV веке Цельс описал методику дренирования плевральной полости с резекцией ребер, которую выполнял, используя инструменты, подобные тем, которые доступны и в настоящее время — троакар, а затем металлическую канюлю для дренажа [12].

Larrey в его «Хирургических воспоминаниях о походах в России, Германии и Франции» (1817–1823) описал случай успешного лечения молодого солдата, который получил огнестрельное ранение в грудь, позже осложнившееся эмпиемой: «необходимо было сделать встречное отверстие в грудной клетке, в точке, которая была ближе по отношению к инородному телу /это было сделано/, и через отверстие я получил значительное количество гноя и пулю».



Рис. 1. Лист XII «Папируса Эдвина Смита» (случаи 39–41).

В конце XVIII — начале XIX вв. признавали, что скопление жидкости в плевральной полости должно быть эвакуировано, при наличии угрожающих симптомов, однако результаты попыток подобных процедур оставляли желать лучшего и ставили под сомнение эффективность метода. Velpeau (1839) отмечал, что «... на самом деле только спустя два столетия, преимущества и недостатки /дренирования/ были оценены и снова привлекают внимание хирурга. В настоящее время оно используется редко, возможно, слишком редко, и еще предстоит продемонстрировать, является ли тот запрет, который мы, современные люди, наложили на его выполнение, законным и справедливым во всех его аспектах» [12]. Тем не менее, в начале-середине XIX века хирурги не сходились во мнениях, ни как это должно быть выполнено, ни в какой период болезни, ни сколько жидкости должно быть удалено, и как быстро. К тому же, существовала путаница, связанная с определением терминов, отличающимся от современных. Например, Bennett в 1843 г., а до него Pierre Dionis в 1695 г. называли «эмпиемой» не скопление гноя в плевральной полости, а хирургическую процедуру. В 1836–37 гг. состоялись заседания Академии Медицины в Париже, в ходе которых, разногласия относительно метода лечения только усилились. По причине отсутствия консенсуса и плохих результатов, достигнутых хирургическим путем, врачи того периода обычно предпочитали медикаментозную терапию. Они также не различали тактику в отношении пациентов с серозным или гнойным выпотом вплоть до 1854 г., когда Marrott указал на различия [12]. Одним из драматических моментов, отражающих остроту дискуссии по проблеме, является судьба великого французского хирурга Гийома Дюпюитрена (Guillaume Dupuytren), который, помимо других болезней, страдал хроническим экссудативным плевритом. Имея сведения об успехе других хирургов в лечении подобных пациентов посредством троакарной торакостомии (и о «нулевом» успехе при

эмпиеме), он решил пригласить специалиста (Sanson), чтобы тот выполнил вмешательство. Дюпюитрен был консультирован пятью врачами; мнения о целесообразности операции разделились, поэтому он отказался от своего первоначального замысла. В результате, как писал Н.В. Склифосовский «Великий хирург Франции, хирург, решившийся впервые вонзить нож в мозг живому человеку для извлечения из него гноя, этот лучший представитель медицинских знаний своего времени, с грустной улыбкой ответил: «Я скорее предпочту умереть от руки Бога, чем от руки врача»». Альтернативная версия причин отказа Дюпюитрена от торакоцентеза представлена Видалем (Vidal): «Несмотря на свою великую проницательность в диагностике, у Дюпюитрена оставались сомнения относительно наличия выпота в его груди до последних дней его жизни. Когда он, наконец, убедился в этом, он думал, что жидкость инкапсулирована в нескольких кистоподобных областях. Вот почему он отказался от операции, которую сам запросил 12 дней назад. Он сказал г-ну Сансону: «Я размышлял, наблюдая за собой всю прошлую ночь. Вы видите, операция при эмпиеме была бы бесполезна, потому что есть несколько очагов. Я думаю, вы сможете опорожнить только один из них».

Активная аспирация содержимого плевральной полости также имеет длительную историю. Предположительно, первую плевральную пункцию выполнил Herman Boerhaave в первой половине XVIII века [13]. Zang (1818) привел подробное описание лечения пациента с эмпиемой методом торакоцентеза, в ходе которого один из четырех ассистентов управлял шприцем. Примечательно, что, как это часто бывает, Zang и его ассистенты использовали то, чего как бы не существовало: первые шприцы для медицинских целей впервые были представлены только в 1853 г. Правацем и Вудом, независимо друг от друга, а четырем годами позже — Фурнье, который изобрел стеклянный шприц, хотя первые упоминания о подобных устройствах датируются V веком до н. э. в трудах Гиппократов, который использовал кишку животного и тонкую соломинку вместо иглы, а к XV веку применяли устройства, имеющие цилиндрический корпус с полым наконечником и поршень, изготавливаемые из различных металлов.

В 1876 г. Fraentzel отмечал, что «для предотвращения попадания значительного количества воздуха в плевральную полость, мы на протяжении многих лет отказались от практики открытия /плевральной полости/ скальпелем в пользу троакара. Однако только недавно мы стали использовать вместо этого ... так называемую «полую иглу», ... особенно в сочетании с аспирацией. В частности, это было предложено Dieulafoy (1870) во Франции, который разработал аспирационную пневматическую технику *sous-cutanee* для прямой эвакуации плеврального содержимого. Этот инструмент состоит из иглы или троакара и канюли, прикрепленной к аспирационному шприцу».

Уже к 1878 г., по сообщению Dieulafoy, были доступны «33 аспиратора различных размеров и форм ...

для удовлетворения потребностей тех, кто использует их для эвакуации внутриплевральной жидкости» [12]. С помощью подобного инструмента и, усовершенствовав конструкцию, Mosler (1879) и его помощники выполнили 29 торакоцентезов с отличными результатами, «главным образом потому, что шприц предохраняет от проникновения воздуха в плевральную полость». Мослер поделился мнением, разделяемым многими его коллегами, что «попадание в плевральную полость даже небольшого количества воздуха способствует преобразованию серозного экссудата в гнойную или гнилостную эмпиему».

В 1910 г. S. Robinson добавил к методике дренирования грудной клетки активную аспирацию с помощью вакуумного воздушного насоса [14]. Технически более простой метод, включающий использование пары бутылок, предложил H. Lilienthal [15].

Вплоть до пандемии гриппа 1918–19 гг. закрытое дренирование постпневмонической эмпиемы почти не применялось, и первое задокументированное упоминание относится к труду K. Poup в книге «Joel», у 22-месячного младенца. В свою очередь Graham отметил связь увеличения смертности пациентов, которым выполнено дренирование по поводу постпневмонической эмпиемы без создания разрежения в плевральной полости в виде водяного замка, со слабо выраженным спаечным процессом, в связи с чем, создавались условия для коллапирования легкого [16].

О небесспорном, даже в середине XX века, подходе, показывающем целесообразность активного дренирования плевральной полости при пневмотораксе, сообщали F.L. Kreutzer с соавт., 1952 [17], Briggs с соавт., 1953 [18], M.W. Wolcott с соавт., 1963 [19]. Однако необходимость активной аспирации до сих пор подвергается ревизии. Если, из-за большой утечки воздуха, вентиляция легких недостаточна и артериальная сатурация уменьшается, пациента следует снять с активной аспирации и оставить на водяном затворе [1]. Lang et al. провели метаанализ исследований, в которых сравнивали результаты в группах пациентов после резекции легких с применением активной аспирации и без таковой, и показали, что рутинное использование аспирации в послеоперационном периоде не имеет преимуществ перед гравитационным дренированием, за исключением случаев, когда сохраняется сброс воздуха по дренажу более 24 часов и при нерасправляемом легком более 3 суток [20; 21].

Ключевым принципом, используемым при дренировании плевральной полости, вне зависимости от причины, по которой оно выполняется, является создание «клапана», обеспечивающего только одностороннее поступление содержимого (воздух или жидкость) из плевральной полости наружу. Изобретением, оказавшим существенное влияние на развитие дренирования плевральной полости, является «клапан Heimlich», запатентованный (US 3.463,159) в 1969 г. потомком эмигрантов из России H.J. Heimlich [22; 23], хотя первое упоминание о клиническом применении относится к 1973 г. [24]. Исторической

справедливости ради, следует отметить, что попытки использования одностороннего клапана для ликвидации пневмоторакса предпринимались и много раньше. Так, несмотря на то, что торакоцентез эпизодически выполняли, начиная с древних времен, методика не предполагала профилактики засасывания воздуха. Lurde (1756) предпринял попытку предотвратить поступление воздуха в плевральную полость, прикладывая большой палец к внешнему отверстию канюли во время вдоха пациента и удаляя его при выдохе. Позже, с той же целью, он изобрел пробку, установленную на просвет канюли. Тем не менее, если у пациента развивался сильный кашель, была велика вероятность того, что воздух получит доступ в грудную клетку. Skoda (1805–1881) и Schuh (1805–1867) использовали специальный троакар (Trogtrokar) с закрывающимся клапаном, а T. Vilroth рекомендовал выполнять манипуляции при расположении пациента в ванне [25].

Важнейшим шагом, чрезвычайно эффективным и сопровождающимся значительно меньшей частотой осложнений, по сравнению с ранее применявшимися методами дренирования, явилось изобретение Gotthard Bülau в 1873 г. способа, названного впоследствии его именем (в немецкоязычной и русскоязычной литературе), — удаления содержимого из грудной полости с использованием двух принципов — «сообщающихся сосудов» и «водяного замка». Почти одновременно с Бюлау и независимо от него, аналогичный по конструкции дренаж применил Playfair, о чем сообщил в 1875 г. (его имя чаще упоминается в качестве основателя метода в англоязычной литературе, в которой практически не встречается имя Bülau) [26]. По сути, это было первое применение гибких трубок для дренирования плевральной полости, которое, с незначительными модификациями (включение в контур не одного, а нескольких, как правило, трех, сообщающихся сосудов) применяется и в настоящее время. Примечательно, что Playfair, прежде чем выполнить дренирование, сначала многократно проводил пациенту аспирационные плевральные пункции, даже будучи убежденным в «...превосходстве свободного и непрерывного дренажа над любым другим планом во всех случаях, в которых была оставлена надежда на аспирацию содержимого, в этом случае желал провести справедливое испытание методу повторной аспирации, решительно защищаемому E. Bouchut».

После мировой пандемии испанского гриппа 1918–19 гг., самой массовой в истории человечества (более 550 млн. чел. — почти 30% населения планеты в то время), часто сопровождавшейся постпневмонической эмпиемой, в США была создана специальная комиссия (Empyema Commission), в результате деятельности которой, в частности, была обоснована необходимость предупреждения попадания атмосферного воздуха в плевральную полость и поддержания разрежения в ней [27].

Н. Fuld в 1944 г. описал процедуру использования перевернутого воздушного клапана от системы для трансфузии в чрезвычайной ситуации при пневмотораксе на фронте [28].

Представляется любопытным, что модификация клапана Хеймлиха в виде ниппеля от камеры футбольного мяча, вставленного в дренаж, позволявшая пациентам не быть «привязанным к койке» и к «водному замку», а сидеть и даже ходить (видимо, впервые предложенная Knight RK, независимо от H. Heimlich) появилась двумя годами позже и была успешно применена у 18 пациентов [29]. Еще одна упрощенная модификация клапана Хеймлиха в виде надетого на дренаж пальца от резиновой перчатки с обрезанным кончиком [30], появившаяся в то же время, была популярной на протяжении достаточно длительного периода в отечественной хирургии и до сих пор иногда используется в неотложной медицине и военно-полевой хирургии, при отсутствии специального оснащения [31].

Использование гибких трубок для дренирования плевральной полости в плановом порядке после торакотомии начато с 1922 г. [32], и, хотя они регулярно применялись во время Второй мировой войны, однако практически не использовались для экстренной торакотомии вплоть до Корейской войны [33].

Катетеры, применяемые с целью дренирования, претерпели собственную эволюцию, начиная с трубки из каучуковой резины, использованной Playfair. В 1920-х гг. впервые была применена красная резина на основе телурама [32]. В 1961 г. компанией Sherwood Medical были разработаны пластиковые катетеры. К 1975 г., когда на медицинском рынке были представлены более 30 разных катетеров размерами от 6F до 40F (по французской катетерной шкале), с шагом 2F, было проведено специальное исследование, в результате которого производители пришли к соглашению, что наиболее часто используют катетеры размерами 28–36 F для взрослых и 16–24 F для педиатрических пациентов, после чего производство катетеров редкого используемых размеров было прекращено [34]. В настоящее время дренажные трубки, как правило, изготавливают из прозрачных материалов — поливинилхлорида или силиконового эластомера. Большинство из них имеют рентгеноконтрастную линию и рентгеноконтрастную полосу, которая очерчивает первое дренажное отверстие, а также маркеры расстояния вдоль длины трубки, 4–6 входных отверстий и расширяющийся дистальный конец, чтобы обеспечить возможность присоединения к дренажному узлу [33]. Некоторые грудные трубки покрыты гепарином, хотя эффект этого оспаривается [35; 36]. Приблизительно 1 330 000 катетеров ежегодно используются в США (данные 1995 г.) [37], в Великобритании — около 720 000.

Выбор места дренирования, контроль дренажа, длительность стояния дренажей

Одним из наиболее важных вопросов, связанных с дренированием, является выбор места/или мест установки дренажа. Проблема связана, в первую очередь, с тем, что воздух в неизменной плевральной полости (не затронутой спаечным процессом) имеет обыкновение скапливаться в верхних отделах гемиторакса, в то время как жидкость, в соответствии с действием силы тяжести,

как правило, располагается в нижних его отделах. Поэтому, универсального способа дренирования не существует, и имеющиеся в распоряжении хирурга методы не позволяют одновременно и одинаково качественно купировать оба эти процесса (удаление воздуха и жидкости). Вне зависимости от выбранной точки пункции, дренаж плевральной полости вводят всегда по верхнему краю ребра, чтобы избежать повреждения межреберных сосудов и нервов. В зависимости от типа содержимого грудной полости хирург выбирает точку прокола грудной стенки: при пневмотораксе расположение дистального конца дренажной трубки направлено вверх, к куполу легкого, при гидротораксе — вниз, к диафрагмальной поверхности [38]. При сочетании пневмо- и гидроторакса целесообразна установка дренажа посредине, с направлением более выраженного в данный момент патологического процесса. Тем не менее, во многих случаях место, где необходимо выполнить торакоцентез, выбирается врачом индивидуально, в том числе, на основании данных предварительного рентгенологического и ультразвукового обследования [1; 31].

Как правило, при изолированном пневмотораксе, применяют дренирование во II–III межреберном промежутке по среднелучичной линии (способ, зачастую, ошибочно приписываемый Винченцо Мональди (итал. Vincenzo Monaldi), при гидротораксе — в VII–VIII межреберье по средней или задней подмышечной линиях. Британское торакальное общество рекомендует, чтобы трубка вставлялась в область, описанную как «безопасная зона», ограниченную: боковой границей большой грудной мышцы (спереди), горизонтальной линией, находящейся ниже подмышечной впадины (сверху), передней границей широчайших мышц спины (сзади) и верхней горизонтальной линией к соску (снизу) [39]. Более конкретно, эта зона соответствует V межреберью немного кпереди от средней подмышечной линии. После торакоцентеза обязательным является выполнение контрольной рентгенографии органов грудной клетки, по результатам которой оценивают эффективность дренирования, наличие/отсутствие осложнений самой манипуляции и правильность позиции дренажа. В декабре 2018 г. Европейский респираторный журнал опубликовал рекомендации, призванные повысить эффективность дренирования, а также улучшить результаты лечения пациентов путем оптимизации размещения дренажной трубки и ее контроля на основании КТ [40; 41]. Особое внимание после дренирования следует уделять функции, позиции и герметичности дренажной системы. Дренажные трубки должны быть свободны от перегибов, которые могут нарушать их проходимость. Не менее важное значение имеет контроль «правильности» сбора дренажной системы, поскольку, как показывает опыт, до 30% плевральных дренажных трубок в лечебных учреждениях любого уровня соединены неправильно! [1].

Как правило, дренажные трубки не пережимают, за исключением манипуляций контроля проходимости трубок

и устранения препятствий путем сцеживания, промывания или продувания, смены резервуара для сбора отделяемого. [38]. Нет убедительных доказательств преимуществ того или иного метода перед другими. Кроме того, манипуляции с дренажной трубкой могут увеличивать отрицательное давление, что может быть вредным и болезненным для пациента [42]. Нарушения проходимости дренажной трубки, при ненадлежащем контроле, нередко сопровождают дренирование плевральной полости и могут привести к осложнениям и увеличению смертности [39; 43; 44]. При этом сообщаемая частота весьма разнится, составляя от 36 до 100% [3; 45; 46]. Не менее частым осложнением, которое возникает у 30–50% пациентов, являются нарушения герметичности дренажной системы [47]. Отчасти, решить эту проблему предназначены цифровые системы дренирования плевральной полости, поскольку они постоянно контролируют внутриплевральное давление, объем удаляемых жидкости и газа, поток утечки воздуха. В настоящее время разработаны современные устройства для цифрового мониторинга состояния пациента, изменения давления внутри плевральной полости, а также для подсчета удаленного содержимого [35; 48; 49].

Важным является мониторинг поступления содержимого из плевральной полости, на основании которого не только оценивается динамика течения патологического процесса, явившегося показанием к установке дренажа, но также строится план дальнейшего лечения пациента и определяются сроки стояния дренажа. Вероятны сложности, вызванные сращениями в плевральной полости. В отдельных случаях, недостаточное дренирование может быть связано с наличием сгустков или желеобразных скоплений, ведущих к закупориванию трубки. Именно поэтому, в первую очередь, целесообразно применять дренажные трубки большого диаметра (более 30 F). Тем не менее, уже в начале XX века имелось понимание того, что слишком большой диаметр дренажной трубки может нарушать физиологию дыхания и не приводит к расправлению легкого. Так, Robinson в 1910 г. предлагал соотносить размер дренажа с размером голосовой щели, справедливо полагая, что первый должен быть значимо меньше второго, иначе, во-первых, будет утеряно нормальное отрицательное давление в грудной клетке, и нормальная эластичность легкого, при отсутствии спаек, приведет к его спадению [50].

Сроки удаления дренажей четко не определены и, по-прежнему, являются предметом дискуссии [51]. Даже когда неотложная ситуация закончена, симптомы могут возобновиться, и воздух, жидкость (кровь, лимфа, гной) могут снова накапливаться. Если утечка воздуха или поступление жидкости прекратились, целесообразно оставить дренажную трубку на 3–4 суток. Получающийся в результате стерильный плеврит защищает от рецидива, который часто следует за слишком ранним удалением дренажа [30; 52]. Следует отметить, что отсутствие положительной динамики в виде уменьшения поступления воздуха или жидкости по дренажной системе в течение

длительного времени (более 7 суток) может служить веским основанием для проведения торакоскопии [52].

Ошибки и осложнения

Наиболее опасными для жизни осложнениями являются повреждение крупных сосудов, вплоть до ятрогенной троакарной травмы грудной аорты и даже сердца [33]. Также описаны и кровотечения из легких, печени, селезенки, диафрагмы, межреберных сосудов. К серьезным осложнениям относится восходящая инфекция, к значимым — подкожная эмфизема.

Одним из нечастых, но, при этом критических, жизнеугрожающих (вплоть до летального исхода), осложнений дренирования плевральной полости является отек легкого после его расправления (ОЛР), как правило, односторонний [53–56]. В связи с тем, что это осложнение, наименее освещено в медицинской литературе, имеет смысл остановиться на нем более подробно, чем на других, хорошо известных, осложнениях.

Удивительно, но клиницисты уже в начале XIX века уделяли внимание этой проблеме. Бойрон (Boyrton) в своей парижской диссертации (1814) отмечал: «*Следует проявлять осторожность, чтобы не эвакуировать весь гной, содержащийся в плевральной полости /сразу/, потому что, если давление, оказываемое жидкостью на легкое, внезапно исчезает, большое количество крови будет протекать через сосуды легких, что вызовет застой и изменит их функцию, в то время как если гной медленно эвакуируется, легочная паренхима имеет время, чтобы восстановить свою первоначальную форму*». Аналогично, уже упоминавшийся Zang (1818) сообщил: «*Если жидкости много и она давняя, то следует опорожнять ее не сразу, а через определенные промежутки времени, опасаясь, что легкие ... могут быть залиты кровью, и поэтому смертельно поражены*». Та же мысль прослеживается у Ларрея: «*Мы можем с уверенностью ожидать, что медленная эвакуация даст лучшую возможность для легких расправиться и дать нам возможность более эффективно опустошить полость. Это не только гораздо более приятно для чувств пациента, но, несомненно, гораздо безопаснее в отношении ближайших и будущих результатов операции, потому что устраняет неприятный обморок и нередко состояние коллапса, к которому может привести быстрый вывод большого количества жидкости*». В современной медицинской литературе ОЛР описан только в 1959 г. [57].

Причины ОЛР не полностью понятны. Предполагается, что механизм его развития является многофакторным: прямое механическое повреждение, реакция ишемии-реперфузии, воспалительная реакция и другие. Поскольку отсутствуют доказательства патогенеза и профилактики, все еще трудно определить, что является наиболее важным звеном в формировании ОЛР. В качестве значимых факторов риска также обозначают долгосрочное использование стероидов или иммунодепрессантов (подавление нативной эндогенной активности кортикостероидов, влияющее на характер воспалительной реакции; хрупкость легочных

микрососудов или паренхимы), сахарный диабет (снижение тканевой резистентности микрососудов и ускорение процессов воспаления), легочную гипертензию (легочное капиллярное давление и градиент транскапиллярного давления относительно высоки и могут снизить нормальную реакцию на повышение гидростатического давления) [56]. Кроме того, сообщалось, что более низкое перимикроваскулярное давление в спавшемся легком является одним из факторов риска формирования ОЛР [58; 59]. Прямое повреждение легочных микрососудов может быть первым триггером ОЛР. Чрезмерное гидростатическое давление повреждает эндотелиальные клетки легочных микрососудов, активирует многочисленные клеточные реакции и ускоряет воспаление и отек тканей, которые усугубляют клинические проявления. Однако высокая концентрация белка в плевральной жидкости свидетельствует о том, что ОЛР вызван, более вероятно, увеличением проницаемости легочных капилляров, чем повышением гидростатического давления; при этом сведений об увеличении проницаемости капилляров до момента расправления легкого не получено [59–61]. Профилактика ОЛР может быть направлена на предотвращение ателектаза, гипоксической вазоконстрикции и чрезмерного гидростатического давления на легочные микрососуды. Прерывистая вентиляция и частичный коллапс легкого могут уменьшить проявления ишемии легкого и предотвратить гипоксическую вазоконстрикцию [60]. Наконец, предполагается, что эффективным вариантом, способным уменьшить влияние системного воспалительного ответа, вызванного поврежденными клетками, является инфузия маннита в качестве акцептора свободных радикалов [62].

Анализ литературы показывает, что только в электронной библиотеке Elibrary.ru только за последние 10 лет зарегистрированы 25 российских патентов и авторских свидетельств, связанных с конструкциями и устройствами, предназначенными для дренирования плевральной полости. Это, безусловно, свидетельствует о том, что научный поиск по проблеме продолжается.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Феличано Д.Ф., Маттокс К.Л., Мур Э.Е. *Травма*. — Т. 2. — М.: Бином; 2013. — 520 с. [Feliciano DV, Mattoks KL, Mur EE. *Trauma*. Vol. 2. Moscow: Binom; 2013. 520 p. (In Russ).]
2. Kozul C, Jassal K, Judson R. Massive bilateral chylothorax post blunt trauma. *Trauma Case Rep*. 2017;12:63–65. Mosahebi A, Gleeson M, Owen WJ. Mass in the neck after whiplash injury. *J R Soc Med*. 1998;91(9):493–494.
3. Noppen M, Alexander P, Driesen P, et al. Manual aspiration versus chest tube drainage in first episodes of primary spontaneous pneumothorax: a multicenter, prospective, randomized pilot study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;165(9):1240–1244. Doi: 10.1164/rccm.200111-0780C.
4. McGrath EE, Blades Z, Anderson PB. Chylothorax: aetiology, diagnosis and therapeutic options. *Respir Med*. 2010;104(1):1–8.
5. Погодина А.Н., Воскресенский О.В., Николаева Е.Б., и др. Современные подходы к лечению спонтанного пневмоторакса и спонтанной эмфиземы средостения // *Пульмонология и аллергология*. — 2011. — №1 — С. 45–51. [Pogodina AN, Voskresenskii OV, Nikolaeva EB, et al. Sovremennyye podkhody k lecheniyu

- spontannogo pnevmotoraksa i spontannoi emfizemy sredosteniya. *Pul'monologiya i allergologiya*. 2011;(1):45–51. (In Russ.)]
6. Chang SW, Kim BM, Ryu KM, Ryu JW. Intranodal lymphangiography as a possible therapeutic option for patients with isolated thoracic duct injury from penetrating chest trauma. *J Thorac Dis*. 2015;7(10):E499–501.
 7. Pillay TG, Singh B. A review of traumatic chylothorax. *Injury*. 2016;47(3):545–550.
 8. Runyon BA, Greenblatt M, Ming RH. Hepatic hydrothorax is a relative contraindication to chest tube insertion. *Am J Gastroenterol*. 1986;81(7):566–567.
 9. Munnell ER. Thoracic drainage. *Ann Thorac Surg*. 1997;63:1497–1502.
 10. *Genuine Works of Hippocrates*. London: Sydenham Society; 1847. 466 p.
 11. Mitchell PD. *Medicine in the crusades: warfare, wounds, and the medieval surgeon*. Cambridge: Cambridge University Press; 2004. 293 p.
 12. Hochberg LA. *Thoracic surgery before the 20th century*. New York: Vantage Press; 1960. 858 p.
 13. Underwood E. Boerhaave after three hundred years. *Br Med J*. 1968;4(5634):820–825.
 14. Robinson S. Acute thoracic empyema. Avoidance of chronic empyema. Rib trephining for suction drainage. *Boston Med Surg J*. 1910;163:561–570.
 15. Lilienthal H. *Thoracic Surgery*. Philadelphia: Saunders; 1926. p. 52–56.
 16. Graham ME, Bell CR. Open pneumothorax: its relation to the treatment of empyema. *J Med Sci*. 1918;156(6):839–871. Doi: 10.1097/00000441-191812000-00007.
 17. Kreutzer, FL, Brizzolara LG, Rogers WL. Treatment of spontaneous pneumothorax by means of continuous intrapleural suction. *Dis Chest*. 1952;21:663.
 18. Briggs JN, Walters RW, Byron FX. Spontaneous pneumothorax. *Dis Chest*. 1953;24:564.
 19. Wolcott MW, Shaver WA, Jennings WD. Spontaneous pneumothorax—management by tube thoracostomy and suction. *Dis Chest*. 1963;43:78.
 20. Venuta F, Diso D, Anile M, et al. Chest tubes: generalities. *Thorac Surg Clinic*. 2017;27:1–5.
 21. Gao S, Zhang Z, Aragón J, et al. The Society for Translational Medicine: clinical practice guidelines for the postoperative management of chest tube for patients undergoing lobectomy. *J Thorac Dis*. 2017;9(9):3255–3264. Doi: 10.21037/jtd.2017.08.165.
 22. Heimlich HJ. Heimlich flutter valve: effective replacement for drainage bottle. *Hosp Topics*. 1965;43:122.
 23. Gogakos A, Barbetakis N, Lazaridis G, et al. Heimlich valve and pneumothorax. *Ann Trans Med*. 2015;3(4):54.
 24. Bernstein A, Waqaruddin M, Shah M. Management of spontaneous pneumothorax using a Heimlich flutter valve. *Thorax*. 1973;28:386.
 25. Povacz F. *Geschichte der Unfallchirurgie*. Berlin: Springer-Verlag; 2008. P. 328.
 26. Playfair WS. Case of empyema treated by repeated aspiration and subsequently by drainage: recovery. *BMJ*. 1875;9:45.
 27. Хасанов А.Р. Дренирование плевральной полости. Прошлое и настоящее // *Современные проблемы науки и образования*. — 2017. — №6 — С. 126. [Khasanov AR. Drainage of the pleural cavity in the past and present. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017;(6):126. (In Russ.)]
 28. Fuld H. Simple device for control of tension pneumothorax. *BMJ*. 1944;2:503.
 29. Knight RK. A pneumothorax valve. *Lancet*. 1967;1:190–191.
 30. Birch CA. *Emergencies in medical practice*. 8th ed. London-Edinburgh: Livingstone; 1967. p. 163–167.
 31. Маслов В.И. *Малая хирургия*. — М.: Медицина; 1988. — 208 с. [Maslov VI. *Malaya khirurgiya*. Moscow: Meditsina; 1988. 208 p. (In Russ.)]
 32. Lilienthal H. Resection of the lung for supportive infections with a report based on 31 consecutive operative cases in which resection was done or intended. *Ann Surg*. 1922;75(3):257–320. Doi: 10.1097/00000658-192203000-00001.
 33. Miller KS, Sahn SA. Chest tubes. Indications, technique, management and complications. *Chest*. 1987;91(2):258–264. Doi: 10.1378/chest.91.2.258.
 34. Munnell ER, Thomas EK. Current concepts in thoracic drainage systems. *Ann Thorac Surg*. 1975;19:261–268.
 35. *Compact digital thoracic drain systems for the management of thoracic surgical patients: a review of the clinical effectiveness, safety, and cost-effectiveness*. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2014.
 36. Kumar P, McKee D, Grant M, Pepper J. Phosphatidylcholine coated chest drains: are they better than conventional drains after open heart surgery? *EJCTS*. 1997;11(4):769–773. Doi: 10.1016/s1010-7940(96)01145-1.
 37. *Hospital supply index. Product analysis, 1st quarter, 1995*. Plymouth Meeting, PA: IMS America; 1995.
 38. Schmelz JO, Johnson D, Norton JM, et al. Effects of position of chest drainage tube on volume drained and pressure. *Am J Crit Care*. 1999;8(5):319–323. Doi: 10.4037/ajcc1999.8.5.319.
 39. Laws D, Neville E, Duffy J. BTS guidelines for the insertion of a chest drain. *Thorax*. 2003;58(Suppl 2):53–59. Doi: 10.1136/thorax.58.suppl_2.ii53.
 40. Kartoun U. Improving the management of spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J*. 2018;52(6):1801857. Doi: 10.1183/13993003.01857-2018.
 41. Porcel JM. Improving the management of spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J*. 2018;52(6):1801918. Doi: 10.1183/13993003.01918-2018.
 42. Wallen M, Morrison A, Gillies D, et al. Mediastinal chest drain clearance for cardiac surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;(4):CD003042. Doi: 10.1002/14651858.CD003042.pub2.
 43. Balzer F, Von Heymann C, Boyle EM, et al. Impact of retained blood requiring reintervention on outcomes after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152(2):595–601. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.03.086.
 44. Halejian BA, Badach MJ, Trilles F. Maintaining chest tube patency. *Surg Gynecol Obstet*. 1988;167(6):521.
 45. Karimov JH, Gillinov AM, Schenck L, et al. Incidence of chest tube clogging after cardiac surgery: a single-centre prospective observational study. *EJCTS*. 2013;44(6):1029–1036. Doi: 10.1093/ejcts/etz140.
 46. Shalli S, Saeed D, Fukamachi K, et al. Chest tube selection in cardiac and thoracic surgery: a survey of chest tube-related complications and their management. *J Cardiac Surg*. 2009;24(5):503–509. Doi: 10.1111/j.1540-8191.2009.00905.x.
 47. Brunelli A, Cassivi SD, Salati M, et al. Digital measurements of air leak flow and intrapleural pressures in the immediate postoperative period predict risk of prolonged air leak after pulmonary lobectomy. *EJCTS*. 2011;39(4):584–588. Doi: 10.1016/j.ejcts.2010.07.025.
 48. Bertolaccini L, Rizzardi G, Filice MJ, Terzi A. Six sigma approach — an objective strategy in digital assessment of postoperative air leaks: a prospective randomised study. *EJCTS*. 2011;39(5):e128–132. Doi: 10.1016/j.ejcts.2010.12.027.
 49. Miller DL, Helms GA, Mayfield WR. Digital drainage system reduces hospitalization after video-assisted thoracoscopic surgery lung resection. *Ann Thorac Surg*. 2016;102(3):955–961. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.03.089.
 50. Robinson S. Acute thoracic empyema. Avoidance of chronic empyema. Rib trephining for suction drainage. *Boston Med Surg J*. 1910;6:561–570.
 51. Porcel JM. Chest tube drainage of the pleural space: a concise review for pulmonologists. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*. 2018;81(2):106–115. Doi: 10.4046/trd.2017.0107.
 52. thoracic.ru [интернет]. Национальные рекомендации по диагностике и лечению спонтанного пневмоторакса. [Natsional'nye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu spontannogo pnevmotoraksa. (In Russ.)] Доступно по: <http://thoracic.ru/wp-content/uploads/Национальные-клинические-рекомендации-по-лечению-спонтанного-пневмоторакса.pdf>. Ссылка доступна на 12.12.2019.
 53. Trapnel DH, Thurston JG. Unilateral pulmonary edema after pleural aspiration. *Lancet*. 1970;1:1367–1369.
 54. Sohara Y. Reexpansion pulmonary edema. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;14:205–209.
 55. Kasmani R, Irani F, Okoli K, Mahajan V. Re-expansion pulmonary edema following thoracentesis. *CMAJ*. 2010;182(18):2000–2002. Doi: 10.1503/cmaj.090672.
 56. Yoon JS, Suh JH, Choi SY, et al. Risk factors for the development of reexpansion pulmonary edema in patients with spontaneous pneumothorax. *J Cardiothorac Surg*. 2013;8:164.
 57. Carlson RI, Classen KL, Gollan F, et al. Pulmonary edema following the rapid reexpansion of a totally collapsed lung due to a pneumothorax: a clinical and experimental study. *Surg Forum*. 1959;9:367–371.
 58. Finley TN, Tooley WH, Swenson EW, et al. Pulmonary surface tension in experimental atelectasis. *Am Rev Respir Dis*. 1964;89:372–378.
 59. Albert RK, Lakshminarayan S, Hildebrandt J, et al. Increased surface tension favors pulmonary edema formation in anesthetized dogs' lungs. *J Clin Invest*. 1979;63:1015–1018.
 60. Sure RD, Matthey MA, Ware LB. Hydrostatic mechanisms may contribute to the pathogenesis of human re-expansion pulmonary edema. *Intensive Care Med*. 2004;30:1921–1926.
 61. Den Hengst WA, Gielis JF, Lin JY, et al. Lung ischemia-reperfusion injury: a molecular and clinical view on a complex pathophysiological process. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2010;299:H1283–99.
 62. Paterson IS, Klausner JM, Goldman G, et al. Pulmonary edema after aneurysm surgery is modified by mannitol. *Ann Surg*. 1989;210:796–801.