

Острая эмпиема плевральной полости у больных коронавирусной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2

М.М. Гришин, В.А. Черноротов, Ю.А. Зайцев, М.Н. Гришин

Acute empyema of the pleural cavity in patients with coronavirus pneumonia caused by SARS-CoV-2

M.M. Grishin, V.A. Chernorotov, Yu.A. Zaitsev, M.N. Grishin

Обособленное структурное подразделение «Белогорская туберкулезная больница», ГБУЗ РК «КРКЦФип», Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Г. Симферополь

Ключевые слова: эмпиема плевральной полости, коронавирусная пневмония, SARS-CoV-2, дренирование, плеврэктомия

Резюме

Острая эмпиема плевральной полости у больных коронавирусной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2

М.М. Гришин, В.А. Черноротов, Ю.А. Зайцев, М.Н. Гришин

Под наблюдением находилось 19 больных, страдающих коронавирусной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2, осложненной острой эмпиемой плевральной полости с бронхоплевральной фистулой. При анализе причин развития эмпиемы выявить какие-либо конкретные клинические факторы развития острой эмпиемы у больных, страдающих коронавирусной пневмонией, не удалось. Однако обращает на себя внимание наличие у подавляющего большинства пациентов хронических сопутствующих заболеваний в различных сочетаниях. Предвестником развития острой эмпиемы является, по данным компьютерной томограммы органов грудной клетки, наличие признаков бактериальной пневмонии на стороне формирования эмпиемы. В период лечения коронавирусной пневмонии в специализированном стационаре следует акцентировать внимание на нарастание легочного и интоксикационного синдромов, которые являются начальным этапом развития острой эмпиемы с бронхоплевральной фистулой. При патологической перфорации легочной ткани и коллабировании легкого у этой группы пациентов быстро развивается острая эмпиема плевральной полости. Лечение острой эмпиемы должно осуществляться в легочно-хирургическом стационаре с применением дренирования полости эмпиемы и активной аспирацией ее содержимого. В случае

Гришин Михаил Михайлович – заведующий обособленным структурным подразделением «Белогорская туберкулезная больница» ГБУЗ РК «КРКЦФип». Контактная информация: 297643, Белогорский район, с.Криничное, ул. Ласточкино гнездо 2, e-mail: Grishin-mm@mail.ru

Черноротов Владимир Алексеевич – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии Института «Медицинской академии имени С.И. Георгиевского», Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». Контактная информация: 295051, Республика Крым, г. Симферополь, бульвар Ленина 5/7, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», e-mail: chernorotov.csmu@mail.ru

Зайцев Юрий Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры фтизиатрии и пульмонологии факультета подготовки высших медицинских кадров и дополнительного профессионального образования Института «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский университет имени В.И. Вернадского». Контактная информация: Республика Крым, г. Симферополь, бульвар Ленина 5/7, Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», e-mail: yu.a.zaitsev.181949@mail.ru

Гришин Михаил Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой фтизиатрии и пульмонологии факультета подготовки высших медицинских кадров и дополнительного профессионального образования Института «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский университет имени В.И. Вернадского». Контактная информация: 295051, Республика Крым, г. Симферополь, бульвар Ленина 5/7, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского. e-mail: grishin.@kgmu.tumblr.ru

неэффективности дренирования возможно применение операции – плеврэктоми.

Ключевые слова: эмпиема плевральной полости, коронавирусная пневмония, SARS-CoV-2, дренирование, плеврэктоми

Abstract

Acute empyema of the pleural cavity in patients with coronavirus pneumonia caused by SARS-CoV-2

M.M. Grishin, V.A. Chernorotov, Yu.A. Zaitsev, M.N. Grishin

19 patients suffering from coronavirus pneumonia caused by SARS-CoV-2, complicated by acute empyema of the pleural cavity with bronchopleural fistula were under observation. When analyzing the causes of empyema development, the vast majority of patients had chronic concomitant diseases in various combinations. Harbingers of the development of acute empyema are an increase in pulmonary and intoxication syndromes, as well as, according to computed tomography, the presence of signs of bacterial pneumonia on the side of empyema formation. During the treatment of coronavirus pneumonia in specialized hospital we should focus on an increase in pulmonary and intoxication syndromes, which are the initial stage of development of acute empyema with bronchopleural fistula. Acute pleural empyema rapidly develops with pathological perforation of the lung tissue and collapse of the lung in this group of patients. Acute empyema should be treated in the pulmonary surgical hospital with the use of drainage of the empyema cavity and active aspiration of its contents. In case of inefficiency drainage, it is possible to use an operation – pleurectomy.

Keywords: empyema of the pleural cavity, coronavirus pneumonia, SARS-CoV-2, drainage, pleurectomy

В 2020 году мировое сообщество столкнулось с глобальной проблемой – новой инфекцией, которой Всемирная организация здравоохранения присвоила официальное название – COVID-19 (Corona Virus Disease 2019), а Международный комитет по таксономии вирусов назвал возбудителя инфекции – SARS-CoV-2 [1-4]. Наиболее распространенным клиническим проявлением этого нового заболевания является пневмония [5- 7]. В настоящее время установлено, что данная пневмония отличается от бактериальных и вирусных рядом определенных особенностей. Она чаще всего распространяется на оба легких, характеризуется значительным объемом поражения ткани легкого, выраженной дыхательной недостаточностью, а также осложнениями, которые подчас могут нести смертельную опасность для пациентов [8, 9].

Одним из осложнений является «газовый синдром». Он включает спонтанный пневмоторакс (СП), пиопневмоторакс, пневмомедиастинум, пневмоперикард и подкожную эмфизему [10-15].

При исследовании факторов возникновения «газовых» осложнений выделены наиболее вероятные причины их развития. К ним относятся тяжелое течение коронавирусной инфекции, обширная площадь поражения легочной паренхимы, заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем, образование булл, чрезмерная физическая активность с повышением внутригрудного давления, пожилой возраст [13, 16-19]. Также СП и пневмомедиастинум представляют собой характерные осложнения в период проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в виде баротравмы, которая наиболее часто развивается у пациентов с сопутствующими заболеваниями легких, в том числе хронической обструк-

тивной болезнью легких (ХОБЛ), бронхиальной астмой, интерстициальными заболеваниями легких, острым респираторным дистресс-синдромом [20]. Имеются данные касательно прямого цитотоксического действия на альвеолярную мембрану вследствие поражения пневмоцитов I и II типа, что может быть одним из механизмов разрыва альвеол и возникновения спонтанного пневмомедиастинума [19]. Особенностью развития СП является и то, что он может наблюдаться у больных без указанных факторов риска и возникает в значительные сроки после серологической элиминации вируса, нередко уже на амбулаторном этапе восстановительного лечения [17, 21]. Одним из тяжелых плевральных осложнений является пиопневмоторакс с развитием эмпиемы плевральной полости и формированием бронхоплевральной фистулы. Это состояние требует интенсивной терапии с применением хирургического вмешательства [22].

Цель исследования

Изучить предрасполагающие факторы развития и формирования острой эмпиемы плевральной полости как осложнения коронавирусной пневмонии, вызванной SARS-CoV-2. Провести анализ эффективности применяемых способов лечения.

Материал и методы

Под наблюдением находилось 19 больных коронавирусной пневмонией, осложненной острой эмпиемой плевральной полости с бронхоплевральной фистулой. Пациенты проходили лечение в Легочно-хирургическом отделении №1 Государственного

бюджетного учреждения Республики Крым «Крымский республиканский клинический центр фтизиатрии и пульмонологии» (ЛХО) в 2021 году.

Из наблюдаемых 84,2% составляли мужчины (16 человек) и 15,8% – женщины (3 человека), из них – 10 (52,6%) больных – в возрасте от 30 до 60 лет, 9 (47,4%) были старше 60 лет. Обращает внимание, что в возрасте от 30 до 39 лет находилось 5 (26,3%) пациентов, то есть четвертая часть.

У 17 пациентов диагностировались сопутствующие заболевания. К ним относились сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, мерцательная аритмия, атеросклероз сосудов нижних конечностей, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), ревматоидный артрит, почечная недостаточность, туберкулез легких, СПИД, гепатит С, железодефицитная пневмония, болезнь Альцгеймера и др. Чаще всего у больных диагностировалось несколько сопутствующих заболеваний одновременно.

Перед поступлением в ЛХО все пациенты лечились в специализированных инфекционных и пульмонологических стационарах. При анализе клинического течения пневмонии в остром периоде заболевания отмечается, что интоксикационный синдром в виде повышенной температуры тела отмечался у 13 (68,4%) пациентов, у 6 (31,6%) температурной реакции не наблюдалось. Легочный синдром в виде сухого и влажного кашля диагностировался у 6 (31,6%) больных, одышка при нагрузке у 11 (57,9%) пациентов, в покое – у 2 (10,5%) человек. При анализе показателей крови у всех пациентов определялся лейкоцитоз, у 7 (36,8%) из них он достигал высоких цифр. Ускорение СОЭ диагностировалось у всех наблюдаемых. При определении биохимических данных у 7 (36,8%) пациентов была зарегистрирована гипергликемия. Таким образом, у большинства наблюдаемых преобладал легочный синдром с превалированием одышки, интоксикационный синдром был особо не выражен.

По данным компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК), двустороннее поражение легких диагностировали у 16 (84,2%) больных, у 1 (5,3%) пациента процесс был правосторонним, у 2-х (10,5%) – левосторонним. Объем поражения ткани легкого составлял у 2-х (10,5%) больных менее 20%, у 8 – (42,1%) от 20 до 50%, у 8 – (42,1%) от 50 до 70%, у 1 (5,3%) пациента – более 70%, то есть патологические изменения легочной ткани у подавляющего большинства пациентов были менее 70%. У 14 (73,7%) пациентов на стороне развития эмпиемы выявлены изменения паренхимы легкого, характерные для присоединившейся бактериальной пневмонии.

В специализированных отделениях больным был проведен курс терапии, регламентируемый Временными методическими рекомендациями Министерства здравоохранения РФ, различных версий [7]. Все пациенты получали противовирусную, антиагрегантную, гормональную терапию корти-

костероидами, антибиотикотерапию. Применялись фторхинолоны, цефалоспорины, 5 (26,3%) пациентов получали карбапенемы и 3 (15,8%) – ванкомицин. Как правило, было проведено 1-2 курса антибиотикотерапии. Оксигенотерапия осуществлялась 3-м (15,8%) пациентам, один больной находился на ИВЛ.

При поступлении в ЛХО клинически интоксикационный синдром в виде повышенной и гектической температуры диагностировался у 12 (63,2%) больных, легочный синдром в виде сухого и влажного кашля отмечался у 14 (73,7%), одышка при нагрузке – у 6 (31,6%), в покое – у 7 (36,8%), дискомфорт и боль в грудной клетке отмечали 10 (52,6%) наблюдаемых. При анализе показателей крови у 5 (26,3%) диагностировалось снижение показателей гемоглобина, у 15 (78,9%) отмечался лейкоцитоз. Таким образом, развитие острой эмпиемы у большинства наблюдаемых сопровождалось выраженными легочным и интоксикационным синдромами.

По данным КТ ОГК, правосторонняя локализация полости эмпиемы отмечалась у 9 (47,4%) больных, левосторонняя – у 9 (47,4%), двусторонняя – у 1 (5,2%). У всех наблюдаемых в полости определялся уровень жидкости и газ. Во время первичной аспирации плеврального содержимого у 3 (15,8%) пациентов был получен серозный экссудат, у 3-х (15,8%) – серозно-гнойный, у 11 (57,9%) гнойный, у 2-х (10,5%) – гнойно-геморрагический. У одного больного процесс осложнился образованием подкожной эмфиземы.

Схема лечения в ЛХО включала терапию кортикостероидами, которая была проведена 6 (31,6%) больным, антиагрегантную и антикоагулянтную получали 5 (26,3%) пациентов. Осуществлялась инфузионная терапия с в/в введением белковых, детоксикационных, противомикробных препаратов, 3 (15,8%) пациентам переливалась эритроцитарная масса. Антибиотикотерапия включала применение фторхинолонов, макролидов, цефалоспоринов, карбапенемов.

Всем больным было проведено дренирование полости эмпиемы силиконовыми дренажами с активной аспирацией содержимого. Полость эмпиемы промывалась антисептиками и антибиотиками, согласно чувствительности патогенной микрофлоры. 2-м (10,5%) наблюдаемым, в связи с длительным коллабированием легкого, произведена операция – плеврэктомию. Послеоперационный период у этих пациентов протекал без осложнений, легкое с оперированной стороны полноценно расправилось и заполнило плевральную полость.

В результате проведенного лечения у 18 (94,7%) больных полость эмпиемы облитерировалась. Один наблюдаемый при нарастающих явлениях сердечно-сосудистой недостаточности умер. Выписаны с выздоровлением 18 (94,7%) наблюдаемых. Средняя продолжительность госпитализации в ЛХО составила 32,6 койко-дня.

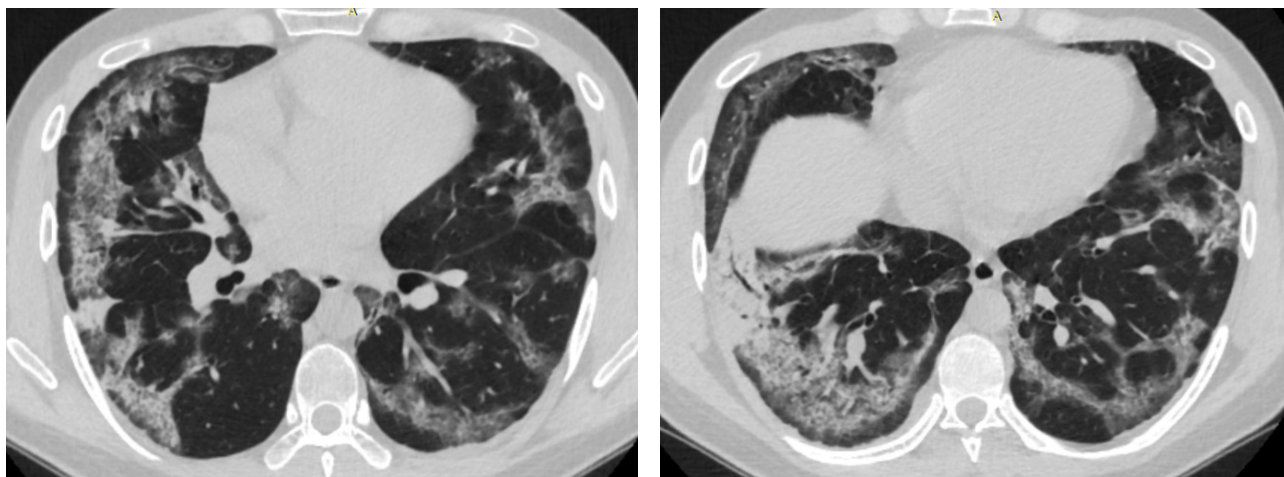


Рис. 1. Пневматизация легочной паренхимы диффузно снижена за счет ретикулярных изменений и участков уплотнения легочной паренхимы по типу «матового стекла». В S8, S9 справа определяется зона консолидации, на фоне которой видны просветы субсегментарных бронхов (симптом «воздушной бронхографии»), что характерно для бактериальной пневмонии. Заключение. КТ-картина двусторонней полисегментарной интерстициальной пневмонии, осложненной бактериальной пневмонией справа.

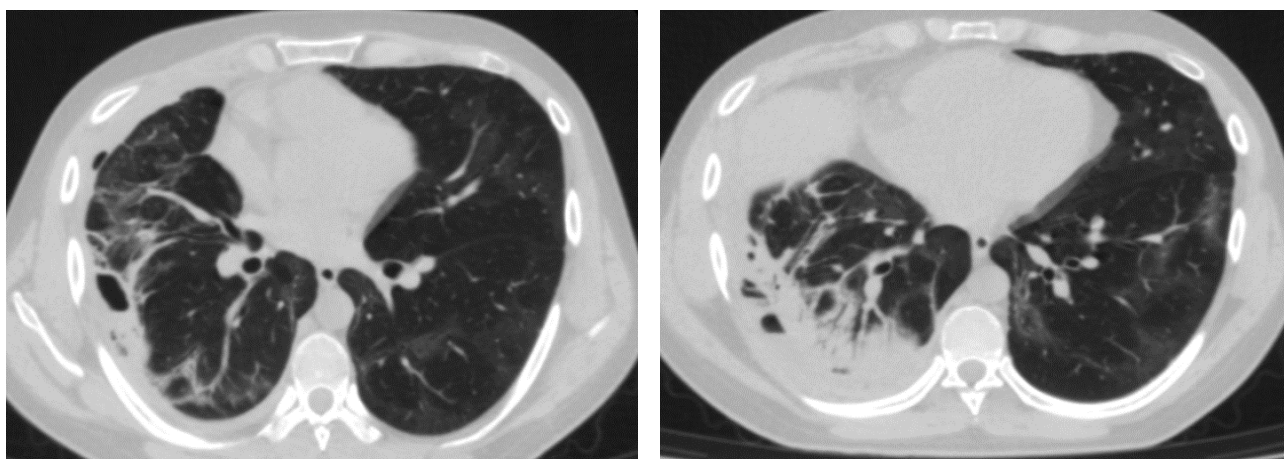


Рис. 2. В левом легком, преимущественно в кортикальных отделах, определяются умеренно выраженные поствоспалительные изменения. В S7, S8, S9 правого легкого на фоне воспалительной инфильтрации между листками утолщенной до 7 мм паракостальной плевры определяется скопление жидкости толщиной слоя до 31 мм с включением газа. КТ-картина бактериальной пневмонии, осложненной эмпиемой плевры.

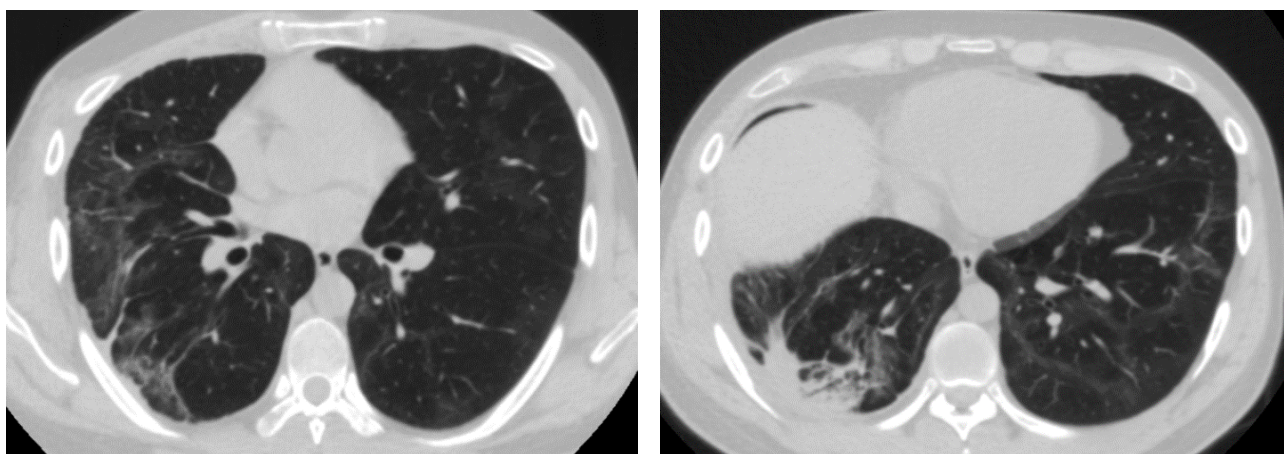


Рис. 3. В задне-базальных отделах нижней доли правого легкого определяется участок консолидации с тракционно расширенными субсегментарными бронхами. В передне-базальных сегментах диагностируются участки ретикулярных изменений и линейной консолидации, что в комплексе соответствует разрешению процесса и формированию фиброзных изменений. Паракостальная плевра утолщена до 9 мм. Остаточная плевральная полость облитерирована. КТ-картина остаточных явлений после перенесенной нижнедолевой бактериальной пневмонии. Положительная динамика.

Клиническое наблюдение

Больной И., 31 года находился на лечении в инфекционном отделении районной больницы по поводу двусторонней полисегментарной интерстициальной коронавирусной пневмонии (тест ПЦР РНК Covid-19 положительный). Данные КТ ОГК представлены на рис. 1.

В отделении проводился курс противовирусной, антиагрегантной, гормональной терапии, а также антибиотикотерапии препаратами цефалоспоринового ряда. На 10 сутки лечения самочувствие пациента резко ухудшилось, появились жалобы на боль в правой половине грудной клетки, одышку в покое. При рентгенографии ОГК диагностирован правосторонний пневмоторакс с полным коллабированием легкого. Больной переведен в хирургическое отделение (ХО), где произведена операция – торакоцентез с дренированием правой плевральной полости по Бюллау. В ХО проводилась комплексная терапия, однако правое легкое полностью не расправлялось. Через 15 суток, в связи с недостаточной эффективностью лечения, больному был переведен в ЛХО. В отделении больному повторно было проведено дренирование плевральной полости с активной аспирацией содержимого. По дренажу выделялся воздух и экссудат гнойно-серозного характера до 200 мл в сутки. Пациенту продолжен курс комплексной терапии, включая промывание плевральной полости через дренаж и введение антисептиков и антибиотиков согласно антибиотикограммы. Несмотря на проводимое лечение, по дренажу продолжал выделяться воздух. Обтурации бронхоплевральной фистулы и облитерации плевральной полости не происходило. Данные КТ ОГК представлены рис. 2.

На основании клинической картины и данных КТ ОГК был выставлен диагноз: неспецифическая эмпиема правой плевральной полости, осложненной брохо-плевральной фистулой. Учитывая тот факт, что активной аспирацией расправить легкое не удалось, больному была произведена операция – торакотомия справа с ревизией плевральной полости, плеврэктомию и декорткация легкого, ушивание бронхоплевральной фистулы. Во время операции при ревизии плевральной полости отмечался выраженный спаечный процесс, висцеральная плебра утолщена до 4 мм. С техническими трудностями был выделен и удален плевральный мешок с ригидной стенкой и гнойным содержимым. Фистула была ушита П-образным швом.

Гистологическое заключение. Фрагменты фиброзированной плебры с очаговыми некрозами, полями разрастания грануляционной ткани и диффузной лимфо-лейкоцитарной инфильтрацией.

Послеоперационный период протекал без осложнений, рана зажила первичным натяжением. Через 14 суток после операции пациент в удовлетворительном состоянии был выписан на амбулаторное лечение и реабилитацию.

После выписки из ЛХО больной наблюдался в поликлинике по месту жительства. Самочувствие

наблюдаемого значительно улучшилось, толерантность к физической нагрузке возросла, одышка в покое не беспокоит. Через 32 суток пациенту после выписки из ЛХО проведена КТ ОГК. Данные КТ представлены Рис. 3.

При анализе данного клинического примера обращает на себя внимание неоправданно длительное лечение пациента со СП в хирургическом отделении районной больницы, что повлекло за собой развитие осложнения в виде быстрого инфицирования и нагноения плевральной полости с формированием утолщенной ригидной плебры, то есть хронизации процесса. Это обстоятельство указывает на необходимость ранней госпитализации и лечения пациентов с данной патологией в условиях специализированного легочно-хирургического центра.

Заключение

На основании проведенного исследования выявить какие-либо конкретные клинические факторы развития острой эмпиемы у больных, страдающих коронавирусной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2, не удалось. Однако следует обратить внимание на наличие у подавляющего большинства пациентов хронических сопутствующих заболеваний в различных сочетаниях. Предвестником развития острой эмпиемы является, по данным КТ ОГК, наличие признаков бактериальной пневмонии на стороне формирования эмпиемы. В период лечения коронавирусной пневмонии необходимо акцентировать внимание на нарастание легочного и интоксикационного синдромов, которые являются начальным этапом развития острой эмпиемы с бронхоплевральной фистулой.

При патологической перфорации легочной ткани и коллабировании легкого у этой группы пациентов быстро развивается острая эмпиема плевральной полости.

Лечение острой эмпиемы должно осуществляться в легочно-хирургическом стационаре с применением дренирования полости эмпиемы и активной аспирацией ее содержимого. В случае неэффективности дренирования возможно применение операции – плеврэктомию.

Литература

1. Колосов В. П., Манаков А. Г., Полянская Е. В. и др. Динамика заболеваемости населения болезнями органов дыхания в пандемический по COVID-19 период на территории Дальневосточного Федерального округа. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2021; 81:9.
2. Баксиян Г. А., Степанянц Н. Г., Аксененко А. В. и др. Клинический опыт успешного хирургического лечения осложненной гигантской буллы нижней доли левого легкого, ассоциированной с COVID-19 пневмонией. *Медицина в Кузбассе*. 2021;1: 65-70.
3. Иванова Г. Е., Шмонин А. А., Мальцева М. Н. и др. Реабилитационная помощь в период эпидемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 на первом, втором и третьем этапах медицинской реабилитации. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020; 2(2): 98-117.
4. Капитанова Е. В., Шахтинейдер Е. В., Кручинина М. В. и др. Биохимические, молекулярно-генетические и клинические аспекты COVID-2019. *Бюллетень сибирской медицины*. 2021; 20(1):148.
5. *Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции*

- (COVID-19) Версия 14 (27.12.2021): временные методические рекомендации. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Версия 14 Москва, 2021: 232.
6. Михеев А. В., Афтаева Е. В., Казакова С. С. и др. Спонтанный пневмоторакс как осложнение поражения легких при COVID-19. *Туберкулез и болезни легких*. 2021; 99(3): 18-22. <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2021-99-3-18-22>
 7. Сушко А. А., Прокочик Н. И., Крона Ю. С. Возможности диагностики и хирургического лечения осложнений вирусного поражения легких при COVID-19. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2021;19(1):112-118. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-1-112-118>
 8. Яфренцева С. В., Нуднов Н. В., Гасьямов Э. Г. и др. КТ-диагностика осложнений, возникающих при естественном течении и терапии COVID-19. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(3):183-195
 9. Gallegos A. WHO Declares Public Health Emergency for Novel Coronavirus. *Medscape Medical News*. Available at <https://www.medscape.com/viewarticle/924596>. 2020 Jan 30; Accessed: March 25, 2020.
 10. CDC. 2019 Novel Coronavirus, Wuhan, China: Prevention & Treatment. CDC. Available at <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/about/prevention-treatment.html>. 2020; January 26; Accessed: January 27, 2020.
 11. Merve Şatır Türk, Irmak Akarsu, İsmail Tombul et al. The analysis of pleural complications of COVID-19 pneumonia. *Turk J Med Sci*. 2021; 51:2822-2826
 12. Ramzy A., McNeil D. G. W.H.O. Declares Global Emergency as Wuhan Coronavirus Spreads. *The New York Times*. Available at <https://nyti.ms/2RER70M>. 2020 Jan 30; Accessed: March 25, 2020.
 13. Takahito Nakano, Masahiro Kawada, Kensuke Minami et al. Successful endobronchial occlusion in empyema with broncho-pleural fistula secondary to COVID-19 pneumonia. *Respirology Case Reports*. 2021; 9(7): e00785doi: 10.1002/rcr2.785
 14. Luo L., Luo Z., Jia Y. et al. CT differential diagnosis of COVID-19 and non-COVID-19 in symptomatic suspects: a practical scoring method. *BMC Pulm. Med*. 2020; 20(1):129.
 15. Rousan L. A., Elobeid E., Karrar M. et al. Chest x-ray findings and temporal lung changes in patients with COVID-19 pneumonia. *BMC Pulm. Med*. 2020; 20(1):245.
 16. Quincho-Lopez A., Quincho-Lopez D. L., Hurtado-Medina F.D. Case report: pneumothorax and pneumomediastinum as uncommon complications of COVID-19 pneumonia-literature review. *Am J Trop Med Hyg*. 2020;103(3): 1170-6.
 17. Lemmers D. H., Hilal M. A., Bna C. et al. Pneumomediastinum and subcutaneous emphysema in COVID-19: barotrauma or lung frailty? *ERJ Open Res*. 2020; 6(4): 00385-2020. <https://doi.org/10.1183/23120541.003852020>.
 18. Kolani S., Houari N., Haloua M. et al. Spontaneous pneumomediastinum occurring in the SARS-COV-2 infection. *IDCases*. 2020;21:e00806. <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2020.e00806>.
 19. Martinelli A.W., Ingle T., Newman J. et al. COVID-19 and pneumothorax: a multicentre retrospective case series. *Eur. Respir. J*. 2020; 56(5):2002697.
 20. Capleton P., Ricketts W., Lau K. et al. Pneumothorax and pneumatocele formation in a patient with COVID-19: a case report. *SN Compr. Clin. Med*. 2021; 3:269-272.
 21. Khurram R., Johnson F.T.F., Naran R. et al. Spontaneous tension pneumothorax and acute pulmonary emboli in a patient with COVID-19 infection. *BMJ Case Rep*. 2020; 13(8): e237475.
 22. McGuinness G., Zhan C., Rosenberg N. et al. Increased incidence of barotrauma in patients with COVID-19 on invasive mechanical ventilation. *Radiology*. 2020; 297(2): 252-62. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020202352>.