

ОНКОЛОГИЯ, ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ / ONCOLOGY, RADIATION THERAPY

DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2024.2.3>

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ГЕНЕЗ «ГАЗОВОГО СИНДРОМА» В СВЕТЕ COVID-ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕГОЧНОЙ ПАРЕНХИМЫ

Научная статья

Баксиян Г.А.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0002-1367-4878;

¹Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (galust_1983[at]mail.ru)

Аннотация

Статья посвящена проблеме «газового синдрома», клиническими проявлениями которого являются пневмоторакс, пневмомедиастинум, пневмоперикард и эмфизема мягких тканей, как в самостоятельном виде, так и в сочетании друг с другом. Этот грозный комплекс осложнений возникает в результате повреждения воздухоносных путей на любом уровне трахеобронхиального дерева, но самые тяжелые формы возникают тем явственнее, чем более проксимальнее локализуется дефект.

Причины «газового синдрома» многочисленны, клинические проявления разнообразны и не всегда очевидны, а лечение, зачастую, бывает сложным, длительным и требует большого клинического и хирургического опыта от врача. В данной статье речь пойдет о «газовом синдроме», возникшем в результате полиморфной деструктивной трансформации легочной паренхимы, этиологической причиной которой является коронавирусная пневмония. Как известно, это заболевание вызывает воспаление в легочной ткани, аутоиммунная реакция на которое приводит к деструкции и лизису паренхимы легкого, в исходе чего формируются различные по объему воздушные полости, как в самой ткани легкого, так и вне ее.

На основании клинической картины, анатомических, в т.ч. морфологических данных, в статье высказывается предположение относительно того, каким образом происходит образование свободного воздуха внутри грудной клетки при патологической трансформации ткани легкого на фоне ковид-пневмонии, как и в каком направлении смещаются воздушные вакуоли, к каким последствиям это может привести, а также описываются различные примеры того, какими способами клиницисты ликвидируют причины и следствия «газового синдрома».

Ключевые слова: «газовый синдром», пневмоторакс, буллезная эмфизема, эффект МакКлина, коронавирусная пневмония, COVID-19.

A NEW PERSPECTIVE ON THE GENESIS OF "GAS SYNDROME" IN THE LIGHT OF COVID TRANSFORMATION OF THE PULMONARY PARENCHYMA

Research article

Baksiyan G.A.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0002-1367-4878;

¹A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (galust_1983[at]mail.ru)

Abstract

The article is dedicated to the problem of "gas syndrome", the clinical manifestations of which are pneumothorax, pneumomediastinum, pneumopericardium and soft tissue emphysema, both independently and in combination with each other. This formidable complex of complications arises from damage to the airways at any level of the tracheobronchial tree, but the most severe forms occur the more pronounced the more proximal the defect is localized.

The causes of "gas syndrome" are numerous, the clinical manifestations are diverse and not always obvious, and the treatment is often complex, lengthy, and requires extensive clinical and surgical experience on the part of the physician. This article is about "gas syndrome" resulting from polymorphous destructive transformation of pulmonary parenchyma, the etiological cause of which is coronavirus pneumonia. As it is known, this disease causes inflammation in the lung tissue, autoimmune reaction to which leads to destruction and lysis of the lung parenchyma, resulting in the formation of air cavities of various volumes, both in the lung tissue itself and outside it.

Based on the clinical picture, anatomical, including morphological data, the article suggests how the formation of free air inside the chest occurs during pathological transformation of lung tissue on the background of covid pneumonia, how and in what direction air vacuoles are displaced, what consequences this may lead to, and also describes various examples of how clinicians eliminate the causes and consequences of the "gas syndrome".

Keywords: "gas syndrome", pneumothorax, bullous emphysema, McClean effect, coronavirus pneumonia, COVID-19.

Введение

Механизм возникновения «газового синдрома» при многочисленных заболеваниях разной этиологической природы достаточно хорошо изучен. Однако этот патологический симптомокомплекс, возникающий у больных с постковидной трансформацией легочной паренхимы, остается до сих пор малоизученным явлением, как и сам механизм буллезных изменений ткани легкого. В мировой литературе, относящейся к этой тематике, нет публикаций, в которых был бы детально описан процесс разрушения ткани легкого при ковид-пневмонии с последующим развитием

булл, осложненное течение которых сопровождается выходом воздуха в ткани тела, лежащих вне контура трахеобронхиального дерева.

В данной статье автор рассматривает возможные механизмы разрушения ткани легкого, приводящие как к формированию в ней булл, так и воздушных вакуолей за ее пределами.

Методы и принципы исследования

На основании анализа мировой литературы, а также личного опыта хирургического лечения больных, с осложненными формами буллезной болезни легких, возникшей в исходе ковид-пневмонии, автором сделано суждение о возможных механизмах повреждения легочной паренхимы и о том, к каким патологическим последствиям это может привести.

В большинстве клинических случаев, когда размеры булл невелики, а характер течения пневмоторакса позволяет обойтись консервативной тактикой, дренирование плевральной полости дает необходимый терапевтический эффект и сложные хирургические вмешательства не требуются. Подобные клинические сюжеты в данной работе не освещены, так как лечебные мероприятия, связанные с ними, мало чем отличаются от случаев пневмоторакса, не связанных с ковид-инфекцией.

Личный опыт автора представлен интересным клиническим наблюдением – у больного, поступившего в отделение на курацию, диагностирован субтотальный пневмоторакс слева и крупная булла левого легкого. После малоэффективной попытки расправить пораженное легкое активным дренированием гемиторакса, пациент был успешно оперирован в объеме торакоскопической атипичной резекции, несущей буллу паренхимы.

Основные результаты

Радикальное лечение «газового синдрома» во всех случаях, вне зависимости от этиологического начала, требует разностороннего подхода, начиная от выжидательной тактики, когда не показано даже дренирование плевральной полости, до выполнения сложных хирургических вмешательств.

Учитывая крайне редкую частоту встречаемости постковидной буллезной трансформации легких, личный опыт автора богат лишь одним случаем успешного хирургического лечения больного с осложненной гигантской буллой, возникшей в течение одного месяца от начала инфекции COVID-19. Этот опыт и анализ мировой литературы позволили сделать ряд определенных суждений и выводов, описанных в настоящей работе.

Обсуждение

Причиной возникновения «газового синдрома» является повреждение воздухоносных путей, наступающее при самых разнообразных обстоятельствах. В данной статье речь пойдет о «газовом синдроме», осложнившим течение COVID-19 пневмонии.

Изучив имеющиеся литературные данные и ориентируясь на личный клинический опыт хирургического лечения «газовых» осложнений COVID-19 пневмонии, можно предположить, что причиной появления патологических воздушных скоплений внутри структур грудной клетки, а также в мягких тканях за ее пределами, является разрушение легочной паренхимы, как результирующая вирусно-цитокинового воздействия.

В литературных статьях, описывающих осложненные формы COVID-19 пневмонии, клиницисты, в большинстве случаев, сталкиваются с нарушением целостности легочной паренхимы, не наблюдая при этом разрушения плевральных листков. По этой причине скопившийся под плеврой воздух может перемещаться, словно «воздушный пузырек» под приклеенной клейкой лентой, который может быть легко смещен в ту или иную сторону надавливанием на него.

Впервые крепитацию и ее аускультативные особенности, как проявление спонтанного пневмомедиастинума, описал американский хирург Луи Хамман в 1939г. [1].

Патофизиологические механизмы, приводящие к пневмомедиастинуму после травматического разрыва легочных альвеол, изучил в эксперименте на животных С. Макклин в 1944г. [2].

По этой причине в англоязычной литературе пневмоторакс при травме грудной клетки получил название эффекта Макклина (Macclin's effect).

В случае нетравматического повреждения легкого (на примере «COVID-19 трансформации») попытаюсь объяснить механизм появления «газового синдрома» при COVID-19 пневмонии в более широком виде и в, какой-то мере, в новом свете.

Принимая во внимание анатомическую особенность плевры, а именно образование дубликатуры при переходе висцерального ее листка в париетальный в области легочного корня, эту висцеральную композицию можно назвать «брыжейкой легкого», которая помимо ипсилатеральной легочной артерии, обеих легочных вен и главного бронха, содержит также клетчатку с проходящими в ней лимфатическими коллекторами и узлами.

Вентральный и дорсальный листки переходной плевры, окружающие легочный корень, обеспечивают стабильность легкого, в качестве связочного аппарата. При этом они являются «слабым местом», входными (или же переходными) воротами для любого воспалительного (и не только) процесса со стороны легкого в сторону средостения и обратно. Ведь не только инфекционный процесс, но также и воздушные вакуоли могут мигрировать через «брыжейку легкого» – своего рода «пульмо-медиастинальный переход» (рис.1).

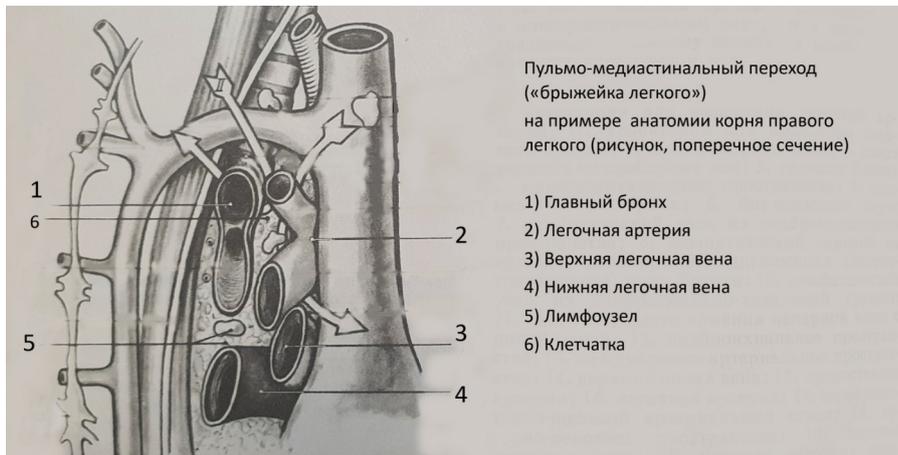


Рисунок 1 - Пульмо-медиастинальный переход («брыжейка легкого») на примере анатомии корня правого легкого
DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2024.2.3.1>

Примечание: поперечное сечение; заимствованный из ист. [3] рисунок с изменениями и дополнениями

Разрушаясь в результате сложного, в том числе аутоиммунного воздействия, периферические (локализованные в плевральной зоне) ацинусы образуют микроскопические воздушные вакуоли, окруженные с одной стороны легочной паренхимой, а с другой – измененной воспалительным процессом, но целостно сохраненной плеврой, обеспечивающей постоянную стенку этой воздушной полости. В мировой литературе имеется крайне мало данных о морфологических изменениях в плевре при ковид-пневмонии [4].

За счет того, что плевра сохраняет свою структурную целостность, становится возможным сам процесс миграции свободного межплеврального воздуха, в том числе через «пульмо-медиастинальный переход». Так как инфильтрация межальвеолярных перегородок и консолидация легочной паренхимы (исчезновение воздушности легкого за счет заполнения ацинусов жидким содержимым) неравномерны и не одновременны, как и обуславливающие их патологические звенья «цитокинового шторма», то и разрушение ткани легкого с образованием воздушных пузырьков происходит ступенчато и хаотично, захватывая со временем все новые участки. При этом часть пузырьков воздуха может мигрировать в средостение. В случае, когда такого рода миграции препятствует ткань легкого, вакуоли воздуха, не будучи в состоянии проникнуть в более глубокие слои паренхимы, скапливаются непосредственно под плеврой, иногда объединяясь в протяженные воздушные области, участвуя в формировании блеб и булл.

Вероятнее всего, механизм образования булл при описываемых процессах более сложный, нежели простое объединение воздушных вакуолей. По-видимому, в этом процессе не малую роль играет образование бронхиальной фистулы на уровне бронхиол, слепо открывающихся в просвет блебы или буллы. Через две-четыре недели, на фоне лизиса более глубоких слоев легочной паренхимы, размеры воздушной полости увеличиваются, чему способствует избыточное поступление воздуха из бронхиальной фистулы. В ряде случаев булла увеличивается до гигантских размеров. Сильный кашель или физическое напряжение (своего рода варианты баротравмы) могут привести к разрыву воздушного пузыря.

Несколько отступив от лейтмотива, взглянем на механизм формирования «газового синдрома» и образования булл, через призму гистологической архитектоники легкого.

Дольковый бронх делится на полтора десятка терминальных бронхиол, утративших хрящевую ткань, но еще содержащих гладкую мускулатуру. В свою очередь, они разветвляются на полтора десятка дыхательных (респираторных) бронхиол, которые помимо ранее утраченной хрящевой ткани уже не имеют гладкой мускулатуры. Респираторные бронхиолы дихотомически делясь, образуют несколько порядков все более мелких ветвей. Самые дистальные и наименьшие из них образуют несколько альвеолярных ходов, на концах которых именуются альвеолярные мешочки, состоящие из альвеол, густо оплетенных капиллярной сетью.

Система разветвлений каждой терминальной бронхиолы формирует ацинус – структурную единицу лёгкого, так называемую первичную лёгочную дольку. Бронхиолы участвуют в проведении воздуха к альвеолам, а также обеспечивают мукоцилиарный клиренс. Альвеолы помимо участия в газообмене выполняют еще одну важнейшую роль – синтезируют сурфактант.

Предположим, что при повреждении альвеол или дыхательных бронхиол (не содержащих гладкой мускулатуры) они схлопываются на фоне воспаления и отсутствия сурфактанта. Если этот процесс затрагивает более проксимальные бронхи, диаметр которых крупнее, то они могут спазмироваться за счет наличия в их стенке гладкой мускулатуры – формируется своего рода клапанный механизм, при котором воздух движется только в дистальном направлении. При вдохе блеба раздувается, а за счет затрудненного выдоха не весь воздух покидает патологическую полость, что приводит к увеличению ее объема.

Возвращаясь к основной теме, необходимо сказать, что сохранная плевра удерживает свободный воздух в пространстве между своими висцеральными листками. Если бы плевра при ковид-пневмонии разрушалась также как и паренхима легкого, это обрекло бы многих пациентов на формирование рецидивирующего пневмоторакса. Ведь у данной категории больных достичь стойкого аэростаза привычным дренированием плевральной полости бывает очень

сложно. Успех нестандартного подхода хирургического лечения «газового синдрома» с применением метода экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) описан японскими авторами [5].

Эффективность применения ЭКМО подтверждается работами других авторов [6], [7], [8].

Отмечаются лучшие результаты вено-венозного ЭКМО со значительным снижением смертности по сравнению с ИВЛ [9] и другими видами канюлирования [10].

Процедура ЭКМО при ковид-инфекции с развитием респираторного дистресс синдрома обладает рядом преимуществ, в том числе позволяет безопасно для больных выполнять их транспортировку [11].

Осветив некоторые из возможных вариантов образования булл, в исходе COVID-19 пневмонии, хочется также обратить внимание на их размер – зачастую формируются поистине гигантские буллы (диаметром 10 см и более).

Пневмоторакс и пневмомедиастинум всегда являются вторичными осложнениями иных патологических процессов, а подкожная эмфизема - уже третичным осложнением.

В большинстве обстоятельств (не связанных с COVID-19 пневмонией), подкожная эмфизема представляет собой неприятное, но не угрожающее жизни осложнение. В то время как при COVID-19 пневмонии она принимает поистине характер опасного явления, угрожающего жизни больных за счет сдавления структур средостения, что приводит к асфиксии и смертельным аритмиям. Агрессивный характер подкожной эмфиземы у больных COVID-19 пневмонией объясняется тем, что ее причиной оказываются факторы, в ряде случаев неустраняемые. Попытаемся в них разобраться.

Прежде всего, нужно указать на то обстоятельство, что патологические воздушные вакуоли образуются в легких и далее распространяются в иные внутригрудные структуры, в большинстве случаев, не ранее исхода второй недели заболевания [12], [13], [14], [15].

У многих пациентов к этому моменту вирус COVID-19 уже не выявляется, некоторые из них 2-3 недели как выписаны из стационара на амбулаторное наблюдение и реабилитацию. Появление у больных внезапной одышки зачастую обескураживает врачей амбулаторного звена, что затрудняет постановку диагноза пневмоторакса и, как следствие, приводит к поздней госпитализации и несвоевременному лечению.

Еще одним препятствием для оказания хирургической помощи стационарным больным (с подтвержденным или предположительным диагнозом коронавирусной инфекцией), в том числе с «газовым синдромом», является опасность распространения инфекции через хирургические доступы в тех стационарах, где нет оборудованных по санитарно-эпидемиологическим и техническим нормам операционных, средств индивидуальной защиты и т.д. [16], [17], [18].

Те больные, которых отсроченная фаза лизиса легочной паренхимы застигает в стационаре, находятся чаще всего в отделении интенсивной терапии или реанимации. Часто их состояние оценивается как тяжелое или критическое, что обусловлено обширным поражением легких за счет смешанного (преимущественно аутоиммунного) разрушающего воздействия вируса, острого респираторного дистресс-синдрома, сепсиса, полиорганной недостаточности на фоне иной сопутствующей патологии, что в первую очередь касается людей пожилого и старческого возраста. При возникновении у таких больных пневмоторакса, пневмомедиастинума и подкожной эмфиземы, дренирование плевральных полостей не всегда оказывается эффективным мероприятием [19], а тяжесть их состояния не редко является противопоказанием к радикальному хирургическому лечению.

При неэффективности дренирования плевральной полости показаны расширенные хирургические вмешательства, в идеальном случае – менее инвазивные торакоскопические их разновидности (атипичная резекция легкого, буллэктомия, плевродез и др.)

Как и следует ожидать, именно у этой сложной категории больных чаще всего наблюдаются те или иные проявления «газового синдрома». Ведь для лечения «газовых осложнений» чаще всего прибегают к высокопоточной назальной оксигенации, использованию неинвазивных шлемов для вентиляции легких, а также к инвазивным методам – искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ – РЕЕР).

У этих больных причиной «газового синдрома» могут быть не только описанные выше механизмы, но также и иные факторы, в том числе ятрогенные – осложненная пункция центральных вен системы верхней полой вены, травматичная интубация трахеи и осложнения, связанные с трахеальной трубкой, ранение трахеобронхиального дерева во время проведения экстренной бронхоскопии у тяжелых реанимационных больных, баротравма при проведении ИВЛ, повреждения легкого при пункции или дренировании плевральной полости и прочее.

В свете всех этих обстоятельств становится очевидным, сколь сложными могут быть «газовые осложнения» у больных с тяжелыми формами COVID-19 пневмонии. Это требует от медицинского персонала грамотного, высокопрофессионального, незамедлительного реагирования, но в то же время крайне аккуратного, даже бережного. Ведь сколь бы экстренными не были показания к интубации трахеи, катетеризации кровеносных сосудов, дренированию плевральной полости или к иной инвазивной манипуляции, всегда нужно помнить и понимать, что лучше затратить на эти опасные приемы лишние несколько секунд или минут (разумеется, если это позволяет состояние больного), но выполнить их с соблюдением всех требований и норм безопасности, последовательности и правильности. Ведь в ином случае подобные вмешательства могут стать не только усложняющими клиническое состояние и без того тяжелого больного, но и оказаться роковыми для него.

Что же касается реконвалесцентов, выписанных на амбулаторный восстановительный этап лечения, то и среди этой категории больных имеются угрожаемые по пневмотораксу, чье состояние здоровья должно быть под пристальным наблюдением врачей амбулаторного звена. Этой категории медицинских работников необходимо знать и помнить о возможности развития у наблюдаемых ими больных спонтанного пневмоторакса, который проявляется классическими для этого осложнения симптомами (резкая и выраженная одышка, как правило, после сильного кашля или натуживания, боль в грудной клетке на стороне поражения, тахикардия, резкое ослабление или отсутствие дыхания на стороне поражения), а также анамнестические указания на то, что не позднее, чем один месяц тому назад (учитывая данные литературы, все случаи спонтанного пневмоторакса, как правило, не превышают указанный срок от

момента выписки из стационара) больной был выписан на амбулаторное лечение после стационарного лечения по поводу COVID-19 инфекции. Часть больных весь период болезни, включая момент наступления клинических проявлений «газового синдрома», провели в «домашнем» режиме или вовсе без наблюдения врачей. При выявлении больных с подобной симптоматикой, врач амбулаторного звена должен незамедлительно вызвать бригаду «скорой медицинской помощи» для госпитализации больного в хирургический стационар.

У ряда больных, в том числе у пациента из описанного нами клинического случая [20], на контрольной КТ ОГК непосредственно перед выпиской, не выявлено буллезной трансформации легких. Однако через 2 недели после выписки на фоне сильного кашля внезапно появилась боль в левой половине грудной клетки и выраженная одышка. Через неделю больной обратился к врачу поликлиники и еще через неделю с талоном плановой госпитализации он был направлен в стационар для «обследования». Врачом поликлиники пневмоторакс не заподозрен. Диагноз большого левостороннего пневмоторакса с субтотальным ателектазом левого легкого, в нижней доле которого имелась гигантская булла, был установлен в приемном отделении нашего стационара на основании клинических данных (физикальный осмотр, КТ ОГК).

При первичном осмотре в отделении из анамнеза болезни стало известно, что больной получал стационарное лечение по месту жительства с 09.11.2020 по 27.11.2020 по поводу коронавирусной инфекции с тяжелой патогномоничной двусторонней пневмонией (КТ4). При поступлении 09.11.2020 поражение легких в пределах КТ3, а при исследовании 14.11.2020 – увеличение области поражения до КТ4. При этих двух исследованиях явлений «газового синдрома» нет. На фоне лечения больному клинически становится лучше. КТ ОГК 23.11.2020 наблюдается и рентгенологический регресс – уменьшение области паренхиматозной консолидации (КТ3), однако в средостении отмечается появление незначительного количества мелких пузырьков газа. Состояние больного продолжало улучшаться, что позволило выписать его 27.11.2020.

10.12.2020 состояние больного внезапно ухудшилось – после сильного кашля появилась выраженная одышка, боль в левой половине грудной клетки. Несмотря на это, больной обратился за медицинской помощью лишь спустя неделю, объясняя это тем, что одышка не прогрессировала и через 2-3 дня боль в грудной клетке была уже не такой сильной, как в момент возникновения.

В этом клиническом случае оккультный характер патоморфологических изменений легочной паренхимы реализовался за 17 дней (с 23.11.2020 по 10.12.2020) – от того момента, когда появились мелкие воздушные вакуоли в средостении и, до того момента, когда произошел разрыв одной из крупных булл, приведший к пневмотораксу.

В связи с тем, что формирование булл может происходить в отсроченный период, то крайне настоятельным считаю выполнение у больных, перенесших тяжелую форму COVID-19 пневмонии, контрольной КТ ОГК (при возможности низкодозной) непосредственно перед выпиской. В том случае, если перед выпиской появились признаки скопления патологических воздушных масс между плевральными листками (даже если это проявляется небольшим количеством маленьких пузырьков воздуха), то это должно послужить поводом для отмены выписки и продолжения стационарного наблюдения. Через 1-2 недели при следующем рентгенологическом контроле должно быть принято решение относительно выбора тактики дальнейшего лечения. В том случае, если за указанное время разовьется буллезная трансформация легких, потребуется хирургическое лечение в торакальном отделении.

В будущем, опираясь на клинический опыт, можно будет выделить группы риска, угрожаемые по развитию «газового синдрома» и выработать рекомендации относительно их наблюдения и лечения.

Заключение

В настоящей статье отражен субъективный взгляд клинициста на изменения со стороны паренхимы легкого и плевры при коронавирусной пневмонии, приводящие, в ряде случаев, к «газовому синдрому». Также сделана попытка объяснить, почему возникает этот патологический комплекс синдромов, высказана необходимость систематизации гистологической морфоверификации и клинического контроля над больными с высоким риском «газовых» осложнений.

Алгоритмы диагностики, лечения, наблюдения и реабилитации больных с тяжелым поражением легочной паренхимы, вызванным коронавирусной инфекцией, во многом лишь только начаты, однако следует отметить, что к настоящему моменту медицинским работникам удалось добиться определенных успехов в борьбе с этим страшным недугом. Тем не менее, работы предстоит еще много и наша задача быть внимательными не только к очевидным проявлениям болезни, но и к малозаметным мелочам.

Воздействие коронавирусной инфекции на организм человека во многом еще загадка для медиков и специалистов смежного профиля, а всевозможных вопросов «как и почему» гораздо больше, нежели ответов. К примеру, не понятно, почему вирус у одних заболевших приводит к пневмонии, а у других нет. Почему у одних больных при поражении легких в пределах КТ1-2 возникает тяжелая дыхательная недостаточность, а у иных – даже при КТ4 может быть удовлетворительное состояние без дыхательных расстройств (при прочих равных условиях). Также не ясно, почему у одних больных ковид-пневмонией наблюдается разрушение легочной паренхимы с образованием эмфизематозных областей, а у других – имеется лишь консолидация ткани легкого, с благоприятной последующей морфологической регрессией без образования воздушных полостей.

Целью данной статьи является попытка раскрыть механизм трансформации легочной паренхимы на фоне ковид-индуцированной аутоагрессии иммунной системы. Лишь поняв сущность этих процессов, мы сможем обоснованно надеяться на успех терапии как ковид-инфекции в целом, так и профилактики «газового синдрома» в частности.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Hamman L.V. Spontaneous mediastinal emphysema / L.V. Hamman // Bulletin of the Johns Hopkins Hospital. — United States of America, 1939. — Iss. 64. — P. 1–21.
2. Macklin M.T. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions / M.T. Macklin, C.C. Macklin // Medicine (Baltimore). — 1994. — № 23. — P. 281–352.
3. Bejan L. Rezeecția pulmonară. Fundamente anatomice și tehnică chirurgicală / L. Bejan, E.Gr. Zitty. — 1981. — P. 176.
4. Aiolfi A. Late histological findings in symptomatic COVID-19 patients: A case report / A. Aiolfi, B. Bruni, T. Biraghi [et al.] // Case Reports Medicine (Baltimore). — 2020. — № 99 (28). — P. e21046. — DOI: 10.1097/MD.00000000000021046.
5. Nakatsutsumi K. A successful case of extracorporeal membrane oxygenation treatment for intractable pneumothorax in a patient with COVID-19 / K. Nakatsutsumi, K. Sekiya, N. Urushibata [et al.] // Acute Med Surg. — 2020. — № 7 (1). — P. e612. — DOI: 10.1002/ams2.612.
6. Ma X. Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in Critically Ill Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia and Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) / X Ma, M. Liang, M. Ding [et al.] // Med Sci Monit. — 2020. — № 26. — P. e925364. — DOI: 10.12659/MSM.925364.
7. Ramanathan K. Extracorporeal membrane oxygenation for COVID-19: a systematic review and meta-analysis / K. Ramanathan, K. Shekar, R.R. Ling [et al.] // Crit Care. — 2021. — № 25(1). — P. 211. — DOI: 10.1186/s13054-021-03634-1.
8. Sromicki J. ECMO therapy in COVID-19: An experience from Zurich / J. Sromicki, M. Schmiady, F. Maisano [et al.] // J Card Surg. — 2021. — № 36 (5). — P. 1707–1712. — DOI: 10.1111/jocs.15147.
9. Munshi L. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis / L. Munshi, A. Walkey, E. Goligher [et al.] // Lancet Respir Med. — 2019. — № 7 (2). — P. 163–172. — DOI: 10.1016/S2213-2600(18)30452-1.
10. Furzan A. What is New in ECMO for COVID-19? / A. Furzan, M.L. Krajewski, A.A. Dalia [et al.] // J Cardiothorac Vasc Anesth. — 2023. — № 37 (2). — P. 331–334. — DOI: 10.1053/j.jvca.2022.10.030.
11. Badulak J. ELSO COVID-19 Working Group Members. Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19: Updated 2021 / J. Badulak, M.V. Antonin, C.M. Stead [et al.] // Guidelines from the Extracorporeal Life Support Organization. ASAIO J. — 2021. — № 67 (5). — P. 485–495. — DOI: 10.1097/MAT.0000000000001422.
12. Abushahin A. A Case of Spontaneous Pneumothorax 21 Days After Diagnosis of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia / A. Abushahin, J. Degliuomini, W. S Aronow [et al.] // Am J Case Rep. — 2020. — № 21. — P. e925787. — DOI: 10.12659/AJCR.925787.
13. Ferreira J.G. Pneumothorax as a late complication of COVID-19 / J.G. Ferreira, C. Rapparini, B.M. Gomes [et al.] // Rev Inst Med Trop Sao Paulo. — 2020. — № 62. — P. e61. — DOI: 10.1590/s1678-9946202062061.
14. Elhakim T.S. Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax and subcutaneous emphysema in COVID-19 pneumonia: a rare case and literature review / T.S. Elhakim, H.S. Abdul, C.P. Romero [et al.] // BMJ Case Rep. — 2020. — № 13 (12). — P. e239489. — DOI: 10.1136/bcr-2020-239489.
15. Chen X. The coronavirus diseases 2019 (COVID-19) pneumonia with spontaneous pneumothorax: a case report / X. Chen, G. Zhang, Y. Tang [et al.] // BMC Infect Dis. — 2020. — № 20 (1). — P. 662. — DOI: 10.1186/s12879-020-05384-x.
16. Lin K.Y. Preventing and controlling intra-hospital spread of COVID-19 in Taiwan - Looking back and moving forward / K.Y. Lin, S.C. Pan, J.T. Wang [et al.] // J Formos Med Assoc. — 2023. — DOI: 10.1016/j.jfma.2023.05.018.
17. Guo Y. Methodology for designing intrahospital transportation of patients with suspected infectious disease that limits infection spread risk in China / Y. Guo, Y. Li, Y. Wang [et al.] // Front Public Health. — 2023. — № 10. — P. 926872. — DOI: 10.3389/fpubh.2022.926872.
18. Kwon Y.S. Screening Clinic for Coronavirus Disease 2019 to Prevent Intrahospital Spread in Daegu, Korea: a Single-Center Report / Y.S. Kwon, S.H. Park, H.J. Kim [et al.] // J Korean Med Sci. — 2020. — № 35 (26). — P. e246. — DOI: 10.3346/jkms.2020.35.e246.
19. Aiolfi A. Management of Persistent Pneumothorax With Thoracoscopy and Bleb Resection in COVID-19 Patients / A. Aiolfi, T. Biraghi, A. Montisci [et al.] // Ann Thorac Surg. — 2020. — № 110 (5). — P. e413–e415. — DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.011.
20. Баксиян Г.А. Клинический опыт успешного хирургического лечения осложненной гигантской буллы нижней доли левого легкого, ассоциированной с covid-19 пневмонией / Г.А. Баксиян, Н.Г. Степанянц, А.В. Аксененко [и др.] // Медицина в Кузбассе. — 2021. — № 1. — С. 65–70. — DOI: 10.24411/2687-0053-2021-10012.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Hamman L.V. Spontaneous mediastinal emphysema / L.V. Hamman // Bulletin of the Johns Hopkins Hospital. — United States of America, 1939. — Iss. 64. — P. 1–21.

2. Macklin M.T. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions / M.T. Macklin, C.C. Macklin // *Medicine (Baltimore)*. — 1994. — № 23. — P. 281–352.
3. Bejan L. Rezețiile pulmonare. Baze anatomice și tehnici chirurgicale [Pulmonary resections. Anatomical basis and surgical techniques] / L. Bejan, E.Gr. Zitti. — 1981. — P. 176. [in Romanian]
4. Aiolfi A. Late histological findings in symptomatic COVID-19 patients: A case report / A. Aiolfi, B. Bruni, T. Biraghi [et al.] // *Case Reports Medicine (Baltimore)*. — 2020. — № 99 (28). — P. e21046. — DOI: 10.1097/MD.00000000000021046.
5. Nakatsutsumi K. A successful case of extracorporeal membrane oxygenation treatment for intractable pneumothorax in a patient with COVID-19 / K. Nakatsutsumi, K. Sekiya, N. Urushibata [et al.] // *Acute Med Surg*. — 2020. — № 7 (1). — P. e612. — DOI: 10.1002/ams2.612.
6. Ma X. Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in Critically Ill Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia and Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) / X Ma, M. Liang, M. Ding [et al.] // *Med Sci Monit*. — 2020. — № 26. — P. e925364. — DOI: 10.12659/MSM.925364.
7. Ramanathan K. Extracorporeal membrane oxygenation for COVID-19: a systematic review and meta-analysis / K. Ramanathan, K. Shekar, R.R. Ling [et al.] // *Crit Care*. — 2021. — № 25(1). — P. 211. — DOI: 10.1186/s13054-021-03634-1.
8. Sromicki J. ECMO therapy in COVID-19: An experience from Zurich / J. Sromicki, M. Schmiady, F. Maisano [et al.] // *J Card Surg*. — 2021. — № 36 (5). — P. 1707–1712. — DOI: 10.1111/jocs.15147.
9. Munshi L. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis / L. Munshi, A. Walkey, E. Goligher [et al.] // *Lancet Respir Med*. — 2019. — № 7 (2). — P. 163–172. — DOI: 10.1016/S2213-2600(18)30452-1.
10. Furzan A. What is New in ECMO for COVID-19? / A. Furzan, M.L. Krajewski, A.A. Dalia [et al.] // *J Cardiothorac Vasc Anesth*. — 2023. — № 37 (2). — P. 331–334. — DOI: 10.1053/j.jvca.2022.10.030.
11. Badulak J. ELSO COVID-19 Working Group Members. Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19: Updated 2021 / J. Badulak, M.V. Antonin, C.M. Stead [et al.] // *Guidelines from the Extracorporeal Life Support Organization. ASAIO J*. — 2021. — № 67 (5). — P. 485–495. — DOI: 10.1097/MAT.0000000000001422.
12. Abushahin A. A Case of Spontaneous Pneumothorax 21 Days After Diagnosis of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia / A. Abushahin, J. Degliuomini, W. S Aronow [et al.] // *Am J Case Rep*. — 2020. — № 21. — P. e925787. — DOI: 10.12659/AJCR.925787.
13. Ferreira J.G. Pneumothorax as a late complication of COVID-19 / J.G. Ferreira, C. Rapparini, B.M. Gomes [et al.] // *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. — 2020. — № 62. — P. e61. — DOI: 10.1590/s1678-9946202062061.
14. Elhakim T.S. Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax and subcutaneous emphysema in COVID-19 pneumonia: a rare case and literature review / T.S. Elhakim, H.S. Abdul, C.P. Romero [et al.] // *BMJ Case Rep*. — 2020. — № 13 (12). — P. e239489. — DOI: 10.1136/bcr-2020-239489.
15. Chen X. The coronavirus diseases 2019 (COVID-19) pneumonia with spontaneous pneumothorax: a case report / X. Chen, G. Zhang, Y. Tang [et al.] // *BMC Infect Dis*. — 2020. — № 20 (1). — P. 662. — DOI: 10.1186/s12879-020-05384-x.
16. Lin K.Y. Preventing and controlling intra-hospital spread of COVID-19 in Taiwan - Looking back and moving forward / K.Y. Lin, S.C. Pan, J.T. Wang [et al.] // *J Formos Med Assoc*. — 2023. — DOI: 10.1016/j.jfma.2023.05.018.
17. Guo Y. Methodology for designing intrahospital transportation of patients with suspected infectious disease that limits infection spread risk in China / Y. Guo, Y. Li, Y. Wang [et al.] // *Front Public Health*. — 2023. — № 10. — P. 926872. — DOI: 10.3389/fpubh.2022.926872.
18. Kwon Y.S. Screening Clinic for Coronavirus Disease 2019 to Prevent Intrahospital Spread in Daegu, Korea: a Single-Center Report / Y.S. Kwon, S.H. Park, H.J. Kim [et al.] // *J Korean Med Sci*. — 2020. — № 35 (26). — P. e246. — DOI: 10.3346/jkms.2020.35.e246.
19. Aiolfi A. Management of Persistent Pneumothorax With Thoracoscopy and Bleb Resection in COVID-19 Patients / A. Aiolfi, T. Biraghi, A. Montisci [et al.] // *Ann Thorac Surg*. — 2020. — № 110 (5). — P. e413–e415. — DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.011.
20. Baksiyan G.A. Klinicheskiy opyt uspeshnogo hirurgicheskogo lecheniya oslozhnennoj gigantskoj bully nizhnej doli levogo legkogo, associirovannoj s covid-19 pnevmoniej [Clinical experience of successful surgical treatment of complicated giant bulla of the lower lobe of the left lung associated with COVID-19 pneumonia] / G.A. Baksiyan, N.G. Stepanyanc, A.V. Aksenenko [et al.] // *Medicina v Kuzbasse [Medicine in Kuzbass]*. — 2021. — № 1. — P. 65-70. — DOI: 10.24411/2687-0053-2021-10012. [in Russian]