

© Коллектив авторов, 2023

УДК 612.285.1

Кузнецов Ю.С.<sup>2</sup>, Дурлештер В.М.<sup>1,2</sup>, Маркин В.В.<sup>2</sup>, Мирцхулава Н.Г.<sup>2</sup>, Крячко А.А.<sup>1,2</sup>, Щупляк С.В.<sup>2</sup>, Мурашко Д.С.<sup>1,2</sup>, Рудько В.А.<sup>2</sup>

## Пневмомедиастинум как предиктор негативного прогноза у больных с коронавирусной пневмонией

<sup>1</sup>ФПК и ППС ГОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, 350063, Краснодар, Россия, ул. Седина, д. 4;

<sup>2</sup>ГБУЗ Краевая клиническая больница № 2 КМЛДО, 350012, Краснодар, Россия, ул. Красных Партизан, д. 6

**Цель.** Анализ особенностей течения коронавирусной пневмонии у больных с пневмомедиастинумом.

**Методика.** В исследование включены данные 139 пациентов, из которых у 71 на фоне коронавирусной пневмонии развился спонтанный пневмомедиастинум. Был проведен анализ и сравнение лабораторных, клинических и рентгенологических данных.

**Результаты.** Выявлена взаимосвязь между тяжестью вирусной пневмонии (3-4-я степень тяжести по данным МСКТ) и развитием пневмомедиастинума. Установлено, что спонтанная эмфизема средостения у больных с COVID-19 значимо чаще приводит к развитию острого респираторного синдрома, полиорганной недостаточности и способна выступать предиктором негативного прогноза исхода заболевания.

**Заключение.** Пневмомедиастинум у больных с вирусной пневмонией вызванной новой коронавирусной инфекцией COVID-19 выступает фактором крайне неблагоприятного прогноза и предиктором тяжелого течения заболевания. При нарастании спонтанной эмфиземы средостения без пневмоторакса рекомендуется выполнять медиастинотомию по Разумовскому, а в случае наличия клинически значимого сопутствующего пневмоторакса – дренирование плевральной полости.

**Ключевые слова:** COVID-19; пневмония; пневмомедиастинум; неблагоприятный прогноз

**Для цитирования:** Кузнецов Ю.С., Дурлештер В.М., Маркин В.В., Мирцхулава Н.Г., Крячко А.А., Щупляк С.В., Мурашко Д.С., Рудько В.А. Пневмомедиастинум как предиктор негативного прогноза у больных с коронавирусной пневмонией. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2023; 67(4): 66-72.

DOI:10.25557/0031-2991.2023.04.66-72

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Дурлештер В.М., Кузнецов Ю.С.; сбор и обработка материала – Кузнецов Ю.С., Рудько В.А.; статистическая обработка – Кузнецов Ю.С., Мурашко Д.С.; написание текста – Кузнецов Ю.С., Маркин В.В.; редактирование – Мирцхулава Н.Г., Щупляк С.В.; Утверждение окончательного варианта статьи – все соавторы.

**Для корреспонденции:** Кузнецов Юрий Сергеевич, e-mail: znecoynura@yandex.ru

Поступила 12.09.2023

Принята к печати 19.10.2023

Опубликована 27.12.2023

Kuznetsov Y.S.<sup>2</sup>, Durlsheter V.M.<sup>1,2</sup>, Markin V.V.<sup>2</sup>, Mircxylava N.G.<sup>2</sup>, Krachko A.A.<sup>1,2</sup>, Shyplak S.V.<sup>2</sup>, Murashko D.S.<sup>1,2</sup>, Rudko V.A.<sup>2</sup>

## Pneumomediastinum as a predictor of adverse outcome in patients with coronavirus pneumonia

<sup>1</sup>Department of Surgery #3, School of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University, Sedina St. 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation;

<sup>2</sup>Regional Clinical Hospital #2, Krasnodar Municipal Therapeutic and Diagnostic Association, Krasnykh Partizan St. 6, Krasnodar, 350012, Russian Federation

**Aim.** Analysis of the course of coronavirus pneumonia in patients with pneumomediastinum.

**Methods.** The study included 139 patients, 71 of whom developed spontaneous pneumomediastinum associated with coronavirus pneumonia. Laboratory, clinical and radiological data were analyzed and compared.

**Results.** An association between severity of viral pneumonia (multispiral computed tomography severity score 3-4) and pneumomediastinum was found. Spontaneous mediastinal emphysema in patients with COVID-19 significantly more often resulted in the development of acute respiratory distress syndrome and multiple organ failure and can be a predictor of adverse outcome.

**Conclusion.** Pneumomediastinum in patients with viral pneumonia caused by new coronavirus infection COVID-19 is a factor of extremely unfavorable prognosis and a predictor of severe course of the disease. In progressive spontaneous mediastinal emphy-

sema without pneumothorax, Razumovsky mediastinotomy is recommended, and in case of clinically significant concomitant pneumothorax, drainage and revision of the mediastinum should be considered.

**Keywords:** COVID-19; pneumonia; pneumomediastinum; unfavorable prognosis; drainage

**For citation:** Kuznetsov Y.S., Durlshter V.M., Markin V.V., Mircxylava N.G., Krachko A.A., Shyplak S.V., Murashko D.S., Rudko V.A. Pneumomediastinum as a predictor of adverse outcome in patients with coronavirus pneumonia. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya terapiya. (Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal)*. 2023; 67(4): 66-72. (in Russian) DOI:10.25557/0031-2991.2023.04.66-72

Author's contribution: the concept and design of the study – Kuznetsov Y.S., Durlshter V.M.; collection and processing of the material – Kuznetsov Y.S., Rudko V.A.; statistical processing of the material – Kuznetsov Y.S., Murashko D.S.; writing the text – Kuznetsov Y.S., Markin V.V.; editing the text – Mircxylava N.G., Shyplak S.V. Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

**For correspondence:** Yuriy S. Kuznetsov, Surgeon, Regional Clinical Hospital No.2, e-mail: kuznecoyura@yandex.ru

**Information about the authors:**

Durlshter V.M., <https://orcid.org/0000-0003-2885-7674>

Kuznetsov Y.S., <https://orcid.org/0000-0003-1593-9371>

Krachko A.A., <https://orcid.org/0000-0001-6399-2340>

Murashko D.S., <https://orcid.org/0000-0003-4655-7368>

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received 12.09.2023

Accepted 19.10.2023

Published 27.12.2023

## Введение

Всемирной организацией здравоохранения 11 марта 2020 года было объявлено о пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19), а уже по состоянию на 12 мая 2020 г. зарегистрировано 4 058 252 подтвержденных случаев заражения вирусом SARS-CoV-2 из которых 281 736 случаев смерти [1]. В период пандемии пациенты с вирусной пневмонией вызванной COVID-19 в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) составляют основную категорию больных. Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) развивается у 80-90% больных, госпитализированных в ОРИТ, что является показателем тяжести течения вирусной пневмонии [2].

В апреле 2020 г. J. Wang и соавт. впервые был описан случай летального исхода у больного с COVID-19 с эмфиземой средостения. Было отмечено, что наличие спонтанной эмфиземы средостения (СЭС) возможно может указывать на неблагоприятный прогноз исхода заболевания [3]. Позднее V. Mohan был описан еще один случай СЭС, где сообщалось, что развитие пневмомедиастинума являлось причиной выполнения дополнительных диагностических мероприятий [4]. Точные патогенетические механизмы развития пневмомедиастинума у больных вирусной пневмонией неизвестны, однако предполагаемой причиной является так называемый эффект Macklin. В основе эффекта Macklin лежит характерное для ОРДС диффузное альвеолярное повреждение, кото-

рое инициировано вирусной инфекцией, вследствие чего происходит разрыв альвеол за счет повышения внутриальвеолярного давления и последующая циркуляция альвеолярного воздуха по направлению к средостению через бронховаскулярные оболочки [5].

В настоящее время в международных клинических рекомендациях отсутствуют указания по ведению пациентов с пневмомедиастинумом и COVID-19. Однако, появляется все больше работ посвященных разработке единого лечебно-диагностического алгоритма к ведению пациентов с COVID-19 и такими осложнениями как эмфизема средостения, пневматоцеле и пневмоторакс [6, 7]. Так, в работе A. Sihoe и соавт. рекомендуется следовать принципам безопасной ИВЛ при коронавирусной пневмонии, что выступает мерой профилактики СЭС [8], то есть поддержание безопасных объемных (4-8 мл/кг) показателей и давления плато менее 30 см вод. ст. Авторами не описывается хирургическое вмешательство, как способ коррекции пневмомедиастинума, однако при развитии пневмоторакса рекомендуется рассмотрение варианта дренирования плевральных полостей [9].

**Цель работы** – анализ течения коронавирусной пневмонии у больных с пневмомедиастинумом.

## Методика

Было выполнено ретроспективное продольное нерандомизированное исследование данных историй болезни, результатов лечения, и особенностей госпитального периода. Анализировали результаты лечения

больных с коронавирусной пневмонией с СЭС в период с 08.05.2020 г. по 01.06.2021 г. Диагноз подтвержден при компьютерной томографии (КТ). Критерий включения в исследование: пациенты до 85 лет с коронавирусной пневмонией нуждающиеся в высокопоточной оксигенации или искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с тяжелой дыхательной недостаточностью и поражением паренхимы легких (соответствует 3-4 степени тяжести по результатам КТ). Критерии исключения из исследования: лица старше 85 лет, наличие соматических заболеваний в состоянии декомпенсации, онкологических заболеваний, объемных образований в легких, отсутствие возможности получения информации об операциях у пациента. В общей сложности были проанализированы результаты лечения у 139 пациентов. В основную группу включен 71 пациент с коронавирусной пневмонией и пневмомедиастинумом находившиеся в клинике с 08.05.2020 г. по 01.06.2021 г., в группу сравнения – 68 пациентов с коронавирусной пневмонией без признаков СЭС.

Всем пациентам выполнялась КТ органов грудной клетки, а также ряд лабораторных исследований: клинический и биохимический анализ крови, коагулограмма, где особое внимание уделялось анализу крови на С-реактивный белок (СРБ), прокальцитонин (PCT) и подсчету лейкоцитарного индекса. У всех пациентов основной группы при обследовании по шкале mMRC выявлялась тяжелая степень одышки, по шкале Борга, оценивающей переносимость физической нагрузки до лечения, определена тяжелая степень одышки.

Учитывали наличие коморбидных состояний у исследуемых больных: Берлинские дефиниции использовались для постановки диагноза острого респираторного дистресс-синдрома, для выявления синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови (ДВС-синдром) применяли шкалу International Society of Thrombosis and Haemostasis Scoring System (ISTH), острого почечного повреждения (ОПП) – критерии RIFLE. По шкале SOFA оценивали тяжесть состояния пациентов и прогноз. Оценка эффективности лечебных мероприятий проводили по динамике клинических симптомов, выраженность которых оценивалась на основании данных клинико-лабораторного обследования.

Пациентам, как основной группы, так и группы сравнения проводилось лечение по единому протоколу 14-й версии методических рекомендаций от 27.12.2021 г.

С помощью пакета «Statistica 10» проводили статистическую обработку полученных нами результатов. Для оценки соответствия анализируемых параметров закону нормального распределения использовали

критерии Шапиро-Уилки и Колмогорова-Смирнова. Количественные признаки, которые соответствовали нормальному распределению, представляли в виде: (среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение). Данные, которые не соответствовали нормальному распределению, были представлены в виде: медианы [интерквартильного размаха]. С помощью параметрического *t*-критерия Стьюдента и непараметрического *U*-критерия Манн-Уитни выполняли оценку статистической значимости различий между группами. Описание качественных признаков производили в виде относительных частот и отражали в процентах. Для сравнения групп по вариации качественных признаков использовали критерий  $\chi^2$ . Различия между группами считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

В 1-й группе ( $n=71$ ) средний возраст пациентов составил  $58,5 \pm 8,7$ , во 2 ( $n=68$ ) –  $59,2 \pm 8,2$  статистически значимых различий среди исследуемых больных не выявлено. Большая часть больных представлена лицами мужского пола ( $n=110$ ), что от общего числа исследуемых больных составило 79,1%, женщин – 29 (20,9%) (табл. 1).

Всем больным был выполнен общий и биохимический анализ крови, коагулограмма. При исследовании гемостаза существенных изменений параметров в группах не отмечено. При проведении биохимического исследования на 7-е сут уровень С-реактивного белка (СРБ) был статистически значимо выше в основной группе ( $n=71$ ) и составил  $130 \pm 11,9$ , в группе сравнения ( $n=68$ ) составил  $97 \pm 12,6$  ( $p < 0,001$ ) (рис. 1).

На 7-е сут уровень прокальцитонина (PCT) также был статистически значимо выше в основной группе и составлял  $2,7 \pm 0,03$ , тогда как в группе сравнения –  $0,068 \pm 0,05$  ( $p < 0,001$ ). В общем анализе крови в основной группе наблюдалась лимфоцитопения ( $2,0 \pm 0,6$ ), в группе сравнения –  $15,2 \pm 2,3$  ( $p < 0,001$ ).

Степень одышки в группах оценивали при поступлении по шкале mMRC и по шкале Борга. До лечения в основной группе ( $n=71$ ) у больных с пневмомедиастинумом показатели по шкале mMRC  $3,2 \pm 0,19$  и Борга  $4,5 \pm 0,29$  были статистически значимо выше ( $p < 0,001$ ), что соответствовало тяжелой степени одышки. Также нами при поступлении оценивалось состояние больных с использованием шкалы SOFA (табл. 1, рис. 2).

Распределение пациентов по встречаемости сопутствующей патологии, представлено в таблице 2. По частоте сопутствующих заболеваний статистически значимых различий не выявлено.

ИВЛ потребовалась всем пациентам основной группы. Средняя длительность процедуры составила  $18,2 \pm 6,5$  сут (табл. 3).

У 5 пациентов основной группы ( $n=71$ ) ИВЛ продолжалась более 3 нед, ОРДС развился у 29 больных основной группы и у 3 больных в группе сравнения ( $n=68$ ). В основной группе, представленной больными коронавирусной пневмонией и спонтанным пневмомедиастинумом в ОРИТ скончались 58 человек (81,7%), в группе сравнения, в которую вошли обследуемые с вирусной пневмонией без признаков СЭС скончались 2 человека (2,9%) ( $p < 0,001$ ).

двуемые с вирусной пневмонией без признаков СЭС скончались 2 человека (2,9%) ( $p < 0,001$ ).

### Обсуждение

В начале нового тысячелетия мировое сообщество впервые столкнулось с проблемой спонтанного пневмомедиастинума, вызванного коронавирусом SARS CoV2 [10]. На пике пандемии характер течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 не позволил объективно оценивать частоту СЭС, однако актуальность тактики

Таблица 1/ Table 1

### Характеристика групп больных

#### Characteristics of patient groups

Показатели Indicates	Основная группа / Main group ( $n=71$ )/	Группа сравнения / reference group, ( $n=68$ )	Уровень значимости $p$ / Significance level $P$
Пол, м/ж /male and female gender	56/15	54/14	0,938
Возраст / Age	$58,5 \pm 8,7$	$59,2 \pm 8,2$	0,625
Шкала mMRC, до лечения / Modified medical research council (mMRC), before treatment	3[3;4]	2[2;3]	$< 0,001$
Модифицированная Шкала Борга, до лечения / Modified Borg Dyspnea Scale, before treatment	4[3;5]	2[2;3]	$< 0,001$
Исходная SOFA балл / pre-treatmentSource SOFA, score	4[3;4]	2[2;3]	$< 0,001$

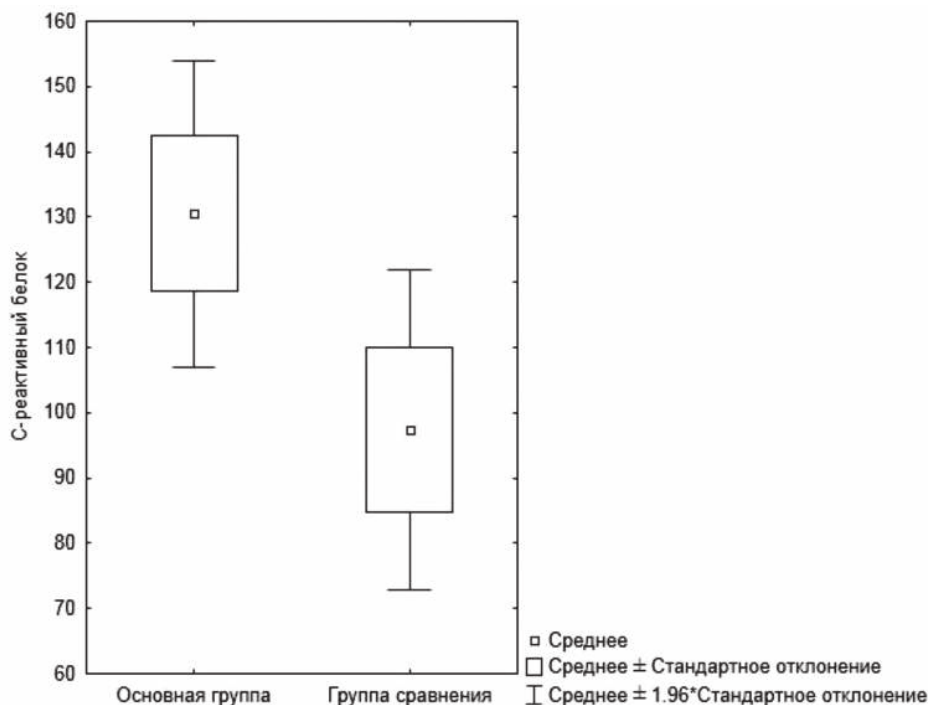


Рис. 1. Уровень СРБ в группах.

Fig. 1. CRP levels in groups.

ведения больных с пневмомедиастинумом и вирусной пневмонией подтверждается многочисленными клиническими наблюдениями по всему миру, описанными уже в первой половине 2020 г. [3, 11].

В работе С. Zhou и соавт. опубликованной в марте 2020 г. представлен клинический случай течения коронавирусной пневмонии с последующим развитием спонтанного пневмомедиастинума. Выявление СЭС яв-

лялось причиной прекращения введения глюкокортикоидов у данного больного [12]. Позднее (в мае 2020 г.), был описан еще один случай пневмомедиастинума, где впервые подробно раскрывались особенности патогенеза, а также указывались возможные предикторы данного состояния. Авторы указывали на длительное курение, ингаляцию лекарственных средств, выраженные кашлевые приступы, и напряженную физическую ак-

Таблица 2/ Table 2

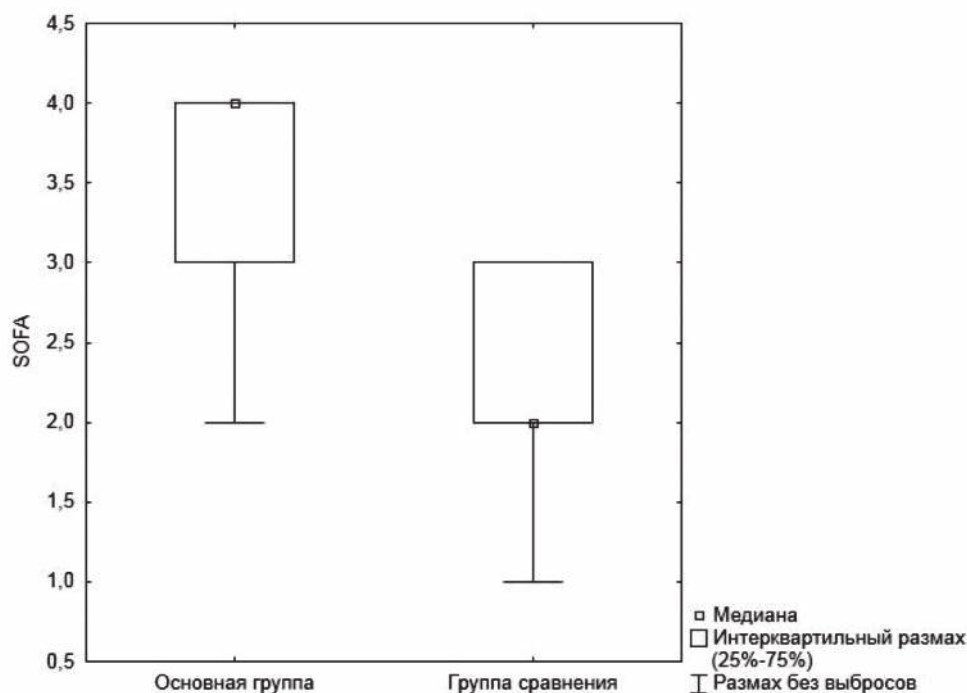
**Сопутствующие заболевания в группах исследования**

**Co-morbidities in patients in the study groups**

Показатель / Indicates	Основная группа / Main group (n=71)	Группа сравнения / reference group (n=68)	p-уровень значимости/ Significance level, P
Ожирение, абс. (%) / Obesity, abs. (%)	56 (79%)	52 (76%)	p=0,734
Сахарный диабет 2-го типа, абс. (%) / Type 2 diabetes, abs. (%)	31 (44%)	34 (50%)	p=0,405
Заболевания дыхательной системы, абс. (%) / Respiratory system diseases, abs. (%)	26 (37%)	29 (43%)	p=0,468
Сердечно-сосудистые заболевания, абс. (%) / cardiovascular disease, abs. (%)	59 (83%)	54 (79%)	p=0,578

**Примечание.** Абс. — абсолютное число обследуемых больных.

**Note.** Abs. — abs. number of patients under study.



**Рис. 2.** Оценка больных в группах по шкале SOFA.

**Fig. 2.** Evaluation of patients in groups according to the SOFA scale.



**Сравнительная клиническая характеристика исследуемых больных**  
**Comparative clinical characteristics of under study patients**

Показатели / Indicater	Основная группа / Main group, (n=71)	Группа сравнения / reference group (n=68)	Уровень значи- мости, p / Significance level, P
Продолжительность ИВЛ, сутки /Ventilator duration, day	18,2±6,5	9,3±1,7	<0,001
pO <sub>2</sub> /Fio <sub>2</sub> , на 7-е сут в отделениях реанимации и интенсивной терапии / O <sub>2</sub> /Fio <sub>2</sub> , on day 7th day in intensive care units	272±58	347±42	<0,001
ОРДС синдром, n-abc (%) / acute respiratory distress syndrome, n-abc(%)	29 (41%)	3 (4%)	<0,001
ДВС, n-abc (%) / Disseminated intravascular blood coagulation, n-abc(%)	6 (8%)	0 (0%)	<0,015
Полиорганная недостаточность, n-abc (%) / multiorgan failure, n-abc(%)	16 (23%)	2 (3%)	<0,001

тивность, как на значимые факторы в развитии данного специфического осложнения [13]. Уже ко второй половине 2020 г. были опубликованы научные работы, включавшие в себя серию клинических примеров развития СЭС на фоне пневмонии, вызванной SARS CoV2 [14].

В настоящее время накоплен значительный опыт наблюдения за данной категорией больных. Однако, до сих пор отсутствует единый системный подход в отношении клинической картины и лабораторных данных характеризующих пневмомедиастинум, что затрудняет, как проведение аналитических исследований, так и интерпретацию клинических данных. Например, в исследовании Nobre Pereira M. и соавт. описывается краткий анамнез болезни, перечислены основные лекарственные средства [15], а из лабораторных показателей выделяют лишь С-реактивный белок [16; 17].

Полученные нами данные указывают на то, что несмотря на сопоставимость групп по полу и возрасту, наличие сопутствующих заболеваний, исходная степень одышки в основной группе у больных со спонтанным пневмомедиастинумом, оцениваемая по шкале mMRC медиана была статистически значимо выше ( $p < 0,001$ ) и составляла 3 [3;4] балла. В группе сравнения аналогичный показатель, на момент поступления соответствовал средней степени одышки с медианой 2[2;3] балла. По шкале Борга, на момент поступления в группе сравнения медиана составляла 2[2;3] балла, что также соответствовало средней степени одышки. В основной группе у больных с СЭС медиана составляла 4[3;5], что статистически значимо выше ( $p < 0,001$ ), и соответствовало тяжелой степени одышки.

Нами оценивалась формализованная балльная оценка тяжести состояния на основе шкалы SOFA с целью оценки прогноза исхода заболевания. У исследуе-

мых основной группы при наличии спонтанного пневмомедиастинума по шкале SOFA медиана была статистически значимо выше ( $p < 0,001$ ) и составляла 4[3;4] балла, тогда как в группе сравнения медиана аналогичного показателя составляла 2[2;3] балла. Для больных основной группы на фоне тяжелой пневмонии, вызванной новым коронавирусом COVID-19, были характерны исходно более выраженная гипоксемия и более частое развитие шока.

Анализ лабораторных показателей, выполненных на 7-е сут, показал, что уровень СРБ был статистически значимо выше в основной группе и составил  $130 \pm 11,9$ , тогда как в группе сравнения –  $97 \pm 12,6$  ( $p < 0,001$ ). При анализе РСТ на 7-е сут показатель также статистически значимо более высокий определялся в основной группе и составлял  $2,7 \pm 0,03$ , а в группе сравнения  $0,068 \pm 0,05$  ( $p < 0,001$ ). Также, в общем анализе крови в основной группе наблюдалась лимфоцитопения ( $p < 0,001$ ).

При проведении сравнительной клинической характеристики исследуемых больных были также обнаружены статистически значимые различия большинства показателей. Так, pO<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub>, на 7-е сут в ОРИТ был значимо ниже в основной группе и составил  $272 \pm 58$  ( $p < 0,001$ ). ОРДС развился у 29 больных основной группы и у 3 больных в группе сравнения ( $p < 0,001$ ). Полиорганная недостаточность значимо чаще развилась у больных с пневмомедиастинумом и составила 23% от общего числа исследуемых в группе ( $p < 0,001$ ). В основной группе, из 71 больного с коронавирусной пневмонией и спонтанным пневмомедиастинумом в ОРИТ скончались 58 (81,7%), в группе сравнения из 68 исследуемых с вирусной пневмонией без признаков СЭС скончались 2 (2,9%) ( $p < 0,001$ ).

### Выводы

Пневмомедиастинум является грозным осложнением пневмонии коронавирусной этиологии, что требует особого внимания у коморбидного пациента.

Развитие напряженного пневмомедиастинума и клинически значимого сопутствующего пневмоторакса может стать показанием к плевральному дренированию, и дренированию средостения в случае неэффективности медикаментозной терапии и нарастании СЭС.

У больных тяжелая пневмония, вызванная новым коронавирусом, COVID-19, при наличии пневмомедиастинума значимо чаще приводит к развитию ОРДС ( $p < 0,001$ ), полиорганной недостаточности ( $p < 0,001$ ) и вероятно, способна выступать предиктором негативного прогноза исхода заболевания.

### Литература

#### (п.п. 1-9; 11-15 см. References)

10. Абакумов М.М., Шамба Х.Л., Даниелян Ш.Н. Спонтанная эмфизема средостения. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2010; 2: 47–50.
16. Павликова Е.П., Агапов М.А., Малахов П.С., Галлямов Э.А., Есаков Ю.С., Маркар'ян Р. и др. Эмфизема средостения — специфическое осложнение COVID-19 (клиническое наблюдение). *Общая реаниматология*. 2021; 17 (2): 4–15.
17. Лестева Н.А., Адиева Е.В., Лесина С.С., Айбазова М.И., Абрамов К.Б., Себедев К.И. и др. Пневмомедиастинум на фоне коронавирусной пневмонии. *Клинические наблюдения. Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2021; 18(3): 23-9. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-23-29

### References

1. Zhu N., Zhang D., Wang W., Li X., Yang B., Song J., et al. China Novel Coronavirus Investigating and Research Team. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020; 382: 727–33. PMID: 31978945 DOI: 10.1056/NEJMoa2001017
2. Chand S., Kapoor S., Orsi D., et al. COVID-19-Associated critical illness-report of the first 300 patients admitted to intensive care units at a New York City Medical Center. *J. Intens. Care Med*. 2020; 35(10): 963–70. doi: 10.1177/0885066620946692
3. Kolani S., Nawfal H., Haloua M., Lamrani Y.A., Boubbou M., Serraj M., et al. Spontaneous Pneumomediastinum Occurring in the SARS-COV-2 Infection. *ID Cases*. 2020; 21: e00806. PMID: 32395425 DOI: 10.1016/j.idcr.2020.e00806

#### Сведения об авторах:

Все авторы работают в ГБУЗ Краевая клиническая больница №2

**Кузнецов Ю.С.**, врач-хирург;

**Дурлештер В.М.**, доктор мед. наук, проф., зам. главного врача;

**Маркин В.В.**, врач-хирург;

**Мирицхулава Н.Г.**, зав. пульмонологическим отд-нием;

**Крячко А.А.**, канд. мед. наук, врач-хирург;

**Щупляк С.В.**, врач-хирург;

**Мурашко Д.С.**, канд. мед. наук, врач-хирург;

**Рудько В.А.**, врач-хирург ГБУЗ.

4. Wang J., Su X., Zhang T., Zheng C. Spontaneous Pneumomediastinum: A Probable Unusual Complication of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia. *Korean J Radiol*. 2020; 21(5): 627–8. PMID: 32323507 DOI: 3348/kjr.2020.0281
5. Macklin M.T., Macklin C.C. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions: interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment. *Medicine*. 1944; 23(4): 281–358.
6. Sihoe A., Filosso P., Cusumano G., Lococo F., Melfi F. Pneumomediastinum and Pneumothorax in COVID-19 Patients. December 2020. DOI: 10.25373/ctsnet.13393064
7. Yang X., Yu Y., Xu J., Shu H., Xia J., Liu H., et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020; 8: 475–81 Published Online February 21, 2020 DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5
8. World Health Organization. Clinical management of COVID-19. Interim guidance. 25 January 2021.
9. Sihoe A., Filosso P., Cusumano G., Lococo F., Melfi F. Pneumomediastinum and Pneumothorax in COVID-19 Patients. December 2020. DOI: 10.25373/ctsnet.13393064
10. Abakumov M.M., SHamba H.L., Danielyan SH.N. Spontannaya emfizema sredosteniya. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2010; 2: 47–50. (In Russian)
11. Wang W., Gao R., Zheng Y., Jiang L. COVID-19 With Spontaneous Pneumothorax, pneumomediastinum and Subcutaneous Emphysema. *J Travel Med*. 2020; taaa062. PMID: 32330274 DOI: 10.1093/jtm/taaa062. (In Russian)
12. Zhou C., Gao C., Xie Y., Xu M. COVID-19 With Spontaneous Pneumomediastinum. *Lancet Infect Dis*. 2020; 20(4): 510. PMID: 32164830 DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30156-0
13. Mohan V., Tauseen R.A. Spontaneous Pneumomediastinum in COVID-19. *BMJ Case Rep*. 2020; 13(5): e236519. PMID: 32457032 DOI: 10.1136/bcr-2020-236519
14. Volpi S., Ali J.M., Suleman A., Ahmed R.N. Pneumomediastinum in COVID-19 patients: a case series of a rare complication. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2020; 58(3): 646–7. PMID: 32754730. DOI: 10.1093/ejcts/ezaa222
15. Pereira M.N., Blanco R., Areia V. Pneumomediastinum: an uncommon complication of COVID-19 pneumonia. *Arch Bronconeumol*. 2021; 57: 68. PMID: 33069462. DOI: 10.1016/j.arbres.2020.08.010
16. Pavlikova E. P., Agapov M.A., Malahov P.S., Gallyamov E.A., Esakov YU.S., Markar'yan D. R., et al. Emfizema sredosteniya — специфическое осложнение COVID-19 (klinicheskoe nablyudenie). *Obshchaya reanimatologiya*. 2021; 17(2): 4–15 (In Russian).
17. Lesteva N.A., Adieva E.V., Lesina S.S., Ajbazova M.I., Abramov K.B., Sebelev K.I., et al. Pnevnomediastinum na fone koronavirusnoj pnevmonii. *Klinicheskie nablyudeniya // Vestnik anesteziologii i reanimatologii*. 2021; 18(3): 23-9. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-23-29 (In Russian)