

COVID-19

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1086>

Спонтанный пневмомедиастинум, пневмоторакс, пневмоперитонеум и эмфизема мягких тканей как осложнения у пациентов с COVID-19, серия клинических наблюдений

© Назарова Г.Б.^{1,2*}, Мершина Е.А.^{1,2}, Лисицкая М.В.^{1,2},
Плотникова М.Л.^{1,2}, Баженова Д.А.^{1,2}, Малахов П.С.¹

¹ Медицинский научно-образовательный центр ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»; 119192 Москва, Ломоносовский проспект, 27, к. 10, Российская Федерация

² Факультет фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»; 119192 Москва, Ломоносовский проспект, 27, к. 10, Российская Федерация

Спонтанный пневмомедиастинум, пневмоторакс, пневмоперитонеум и эмфизема мягких тканей описаны в нескольких источниках как возможные осложнения у пациентов с тяжелой формой течения COVID-19 и сопутствующим поражением легких. Данное наблюдение направлено на то, чтобы проследить динамику развития этих поражений у 3 пациентов мужского пола с наличием коморбидных состояний. Предполагаемым патофизиологическим механизмом развития данных осложнений является утечка воздуха из-за обширного диффузного альвеолярного повреждения с последующим разрывом альвеол. У всех представленных пациентов исход заболевания был благоприятен, без летальных случаев, были приведены их лабораторные данные и клиническая динамика, а также динамика изменений поражения легочной ткани.

Следует отметить, что подобные состояния не являются редкими осложнениями при COVID-19 и наблюдаются в основном у пациентов мужского пола с тяжелой формой заболевания и наличием коморбидных состояний, ассоциированы с длительной госпитализацией и тяжелым прогнозом. В некоторых случаях при более легкой форме течения заболевания и положительной динамике в виде уменьшения процента поражения легких исход благоприятен и не требует дополнительных инвазивных вмешательств.

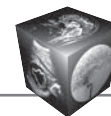
Ключевые слова: пневмомедиастинум, пневмоторакс, пневмоперитонеум, COVID-19, клинический случай, осложнения COVID-19

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Работа выполнена в рамках государственного задания МГУ (номер ЦИТИС 121061800142-0)

Для цитирования: Назарова Г.Б., Мершина Е.А., Лисицкая М.В., Плотникова М.Л., Баженова Д.А., Малахов П.С. Спонтанный пневмомедиастинум, пневмоторакс, пневмоперитонеум и эмфизема мягких тканей как осложнения у пациентов с COVID-19, серия клинических наблюдений. *Медицинская визуализация*. 2022; 26 (1): 78–83. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1086>

Поступила в редакцию: 05.10.2021. **Принята к печати:** 15.11.2021. **Опубликована online:** 01.02.2022.



Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax, pneumoperitoneum and soft tissue emphysema as complication in patients with COVID-19, series of cases

© Galina B. Nazarova^{1,2*}, Elena A. Merzhina^{1,2}, Maria V. Lisitskaya^{1,2},
Maria L. Plotnikova^{1,2}, Daria A. Bazhenova^{1,2}, Pavel S. Malakhov¹

¹ Medical Research and Education Center of Lomonosov Moscow State University; 27-10, Lomonosovsky prospekt, 119192 Moscow, Russian Federation

² Faculty of Fundamental Medicine Lomonosov Moscow State University; 27-10, Lomonosovsky prospekt, 119192 Moscow, Russian Federation

Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax, pneumoperitoneum, and soft tissue emphysema have been recently described in several sources as possible complications in patients with severe COVID-19 and lung damage. This clinical case is dedicated to demonstrate the development of these lesions in 3 male patients with comorbid conditions. The putative pathophysiological mechanism of these complications is air leakage due to extensive diffuse alveolar damage followed by rupture of the alveoli. All presented patients had a favorable outcome of the disease without lethal cases, their laboratory data and clinical dynamics were described.

It should be noted that such conditions are not rare complications of COVID-19, and are observed mainly in male patients with severe form of the disease and the presence of comorbid conditions. Such complications are associated with long hospitalization and a severe prognosis. In some cases, with a mild course of the disease and positive dynamics in a decrease of the percentage of pulmonary lesions, the outcome is favorable, not requiring additional invasive interventions.

Keywords: pneumomediastinum; pneumothorax; pneumoperitoneum, COVID-19, case report; complications of COVID-19

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Nazarova G.B., Merzhina E.A., Lisitskaya M.V., Plotnikova M.L., Bazhenova D.A., Malakhov P.S. Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax, pneumoperitoneum and soft tissue emphysema as complication in patients with COVID-19, series of cases. *Medical Visualization*. 2022; 26 (1): 78–83.
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1086>

Received: 05.10.2021.

Accepted for publication: 15.11.2021.

Published online: 01.02.2022.

Введение

COVID-19 стал крупнейшей пандемией за последние несколько лет. Стоит отметить, что вирус ассоциирован с повышенной смертностью пациентов, а также широким спектром осложнений. В нескольких статьях [1, 2] обсуждаются спорадические случаи спонтанного пневмомедиастинума, пневмоторакса, пневмоперитонеума, а также подкожной эмфиземы, выявленных у пациентов с поражением легких при SARS-CoV-2, при том, что такие пациенты не обязательно должны были находиться на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), то есть данные изменения не были ассоциированы с баротравмой. Впоследствии несколько ретроспективных исследований [1, 3], крупнейшее из которых – многоцентровый анализ A.W. Martinelli и соавт. [4], рассмотрели данную тему более подробно.

Основным патофизиологическим механизмом развития пневмомедиастинума предложен феномен Маклина, при котором развивается повышенный градиент давления между терминальными альвеолами и паренхимой легкого, который при наличии разрывов альвеол способствует утечке воздуха и его распространению по окружающим перибронховаскулярным пространствам в средостение. Известно, что сопутствующее воспаление может привести к повреждению альвеолярной стенки, к ее разрыву, который может усугубляться постоянным кашлем или любыми другими факторами, способствующими повышению внутриальвеолярного давления.

Пневмоперитонеум – это аномальное скопление воздуха в брюшной полости; наиболее частая причина – послеоперационный пневмоперитонеум, однако пневмоперитонеум без висцераль-

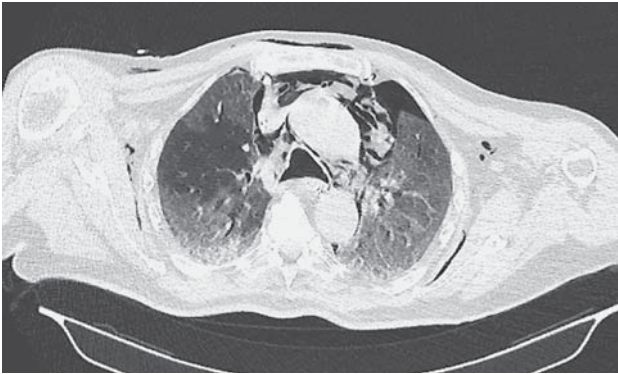
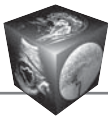


Рис. 1. Пациент 1. Компьютерные томограммы органов грудной клетки. Развитие массивного пневмомедиастинума. Подкожная, межмышечная эмфизема грудной стенки.

Fig.1. Patient 1. Computed tomography of the chest. Development of massive pneumomediastinum. Subcutaneous, intermuscular emphysema of the chest wall.

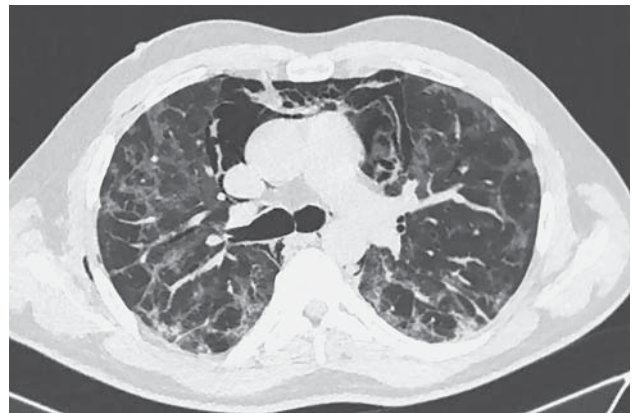
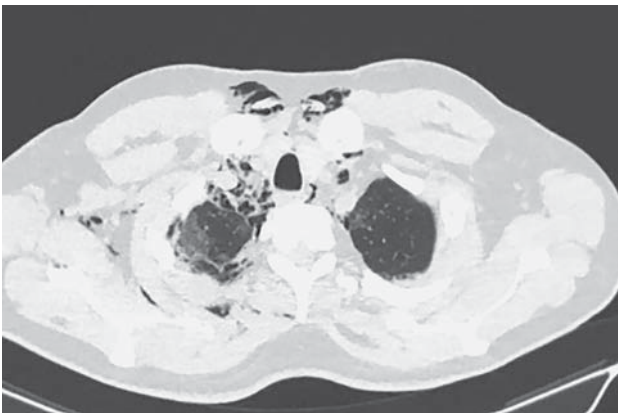


Рис. 2. Пациент 2. Компьютерные томограммы органов грудной клетки. Распространение пневмомедиастинума на средостение, умеренная эмфизема мягких тканей грудной стенки справа (передний, боковой и задний отделы).

Fig. 2. Patient 2. Computed tomography of the chest. The spread of pneumomediastinum to the mediastinum, emphysema of the soft tissues of the chest wall on the right (anterior, lateral and posterior parts).

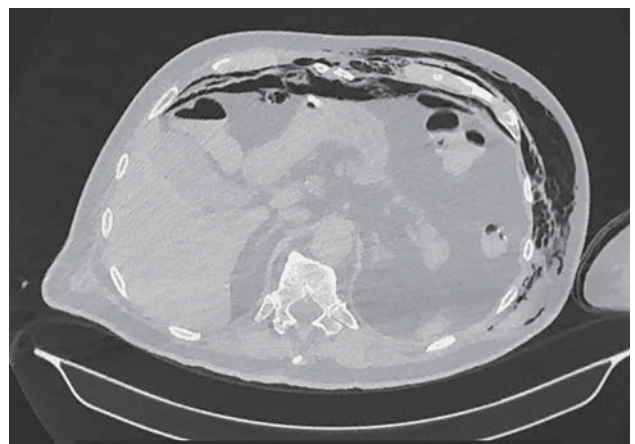
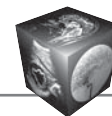


Рис. 3. Пациент 3. Компьютерные томограммы органов грудной клетки. Пневмомедиастинум, эмфизема мягких тканей, пневмоперитонеум, гидроторакс; распространенная воспалительная инфильтрация.

Fig. 3. Patient 3. Computed tomography of the chest. Pneumomediastinum, soft tissue emphysema, pneumoperitoneum, hydrothorax; widespread inflammatory infiltration.

**Таблица.** Осложнения у пациентов, ассоциированные с COVID-19-пневмонией**Table.** Complications in patients associated with COVID-19 pneumonia

№	Пол Sex	Возраст, годы Age, years	% КТ / %СТ	ПТ / PT	ПМ / PM	ПЭ / SE	ПП / PP	Sat. O ₂
1	М	51	70%	Да/Yes	Да/Yes	Да/Yes	Да/Yes	70%
2	М	83	85%	Да/Yes	Да/Yes	Да/Yes	Да/Yes	87%
3	М	52	60%	Да/Yes	Да/Yes	Нет/No	Нет/No	90%

Примечание. КТ – компьютерная томография органов грудной клетки, ПТ – пневмоторакс, ПМ – пневмомедиастинум, ПЭ – подкожная эмфизема, ПП – пневмоперитонеум, Sat. O₂ – процент насыщения кислородом на момент развития осложнений.

Note. CT – computed tomography of the chest organs, PT – pneumothorax, PM – pneumomediastinum, SE – subcutaneous emphysema, PP – pneumoperitoneum, Sat. O₂ – the percentage of oxygen saturation at the time complications development.

ной перфорации или первичный пневмоперитонеум составляет от 5 до 15%, в большинстве этих случаев хирургическое вмешательство не требуется. Среди наиболее частых торакальных причин пневмоперитонеума можно выделить такие, как травма, последствия проведения сердечно-легочной реанимации, разрыв трахеи или пневмоторакс. Несколько авторов исследовали взаимосвязь между ИВЛ и развитием пневмоперитонеума как следствие действия высокого давления и развития баротравмы. В данном исследовании вероятной причиной развития пневмоперитонеума было использование назальной канюли с потоковым кислородом и развитие высокого градиента давления с последующим распространением свободного воздуха в фасциальные пространства брюшной полости [5].

Некоторые исследования включали пациентов, у которых спонтанно развились пневмоперикард и/или пневмомедиастинум при инвазивной вентилизации с положительным давлением [3], когда ключевую роль в механизме, более вероятно, играла баротравма. В нашем исследовании на примере 3 пациентов пневмомедиастинум, подкожная эмфизема, пневмоперитонеум развились спонтанно во время COVID-19, а не вследствие механической баротравмы, в ассоциации с легкой/среднетяжелой формой заболевания с постепенной отрицательной динамикой.

В данном исследовании мы проследили динамику развития спонтанного пневмомедиастинума, пневмоторакса, пневмоперитонеума и подкожной эмфиземы у 3 пациентов с COVID-19, все из них были мужчинами в возрасте от 51 года до 83 лет, средний возраст 62 ± 18 лет, госпитализированы через 1–6 дней с момента появления симптомов инфекции SARS-CoV-2, диагноз был подтвержден лабораторно с помощью полимеразной цепной реакцией (ПЦР). У всех пациентов наблюдались коморбидные состояния в виде ожирения, гипертонии, также у одного из пациентов в анамнезе –

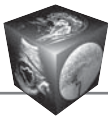
аденокарцинома предстательной железы, болезнь Крона и хронический гепатит.

После госпитализации у всех пациентов развился пневмомедиастинум и пневмоторакс, у 2 – подкожная эмфизема, у 2 – пневмоперитонеум. Данные изменения развились в среднем на 10–23-й день от начала симптомов заболевания ($16 \pm 6,5$ дня). У всех 3 пациентов наблюдалась низкая сатурация кислорода при дыхании атмосферным воздухом со значениями в диапазоне от 60 до 80%, со значениями при инсuffляции от 90–93%.

Всем 3 пациентам при поступлении была выполнена первичная компьютерная томография грудной клетки для оценки наличия и степени тяжести поражения легких, вызванного инфекцией SARS-CoV-2. Среди наиболее характерных изменений были участки “матового стекла”, консолидации и ретикулярные изменения.

У 2 пациентов при поступлении было поражение легочной паренхимы до 25%, у 1 – поражение средней степени (до 50%). Ни в одном из случаев первично не было выявлено пневмомедиастинума. Осложнения развились на 6–16-й день госпитализации, в среднем через $10,6 \pm 5$ дней, что может быть ассоциировано с обострением легочного повреждения. У всех пациентов мониторировались клиничко-лабораторные данные (С-реактивный белок, показатели свертываемости крови, Д-димер, сатурация кислородом) для корректировки терапии. Компьютерные томограммы грудной клетки всех 3 пациентов с развившимися осложнениями представлены на рис. 1–3.

Стоит отметить, что развитие вышеперечисленных осложнений сопровождалось отрицательной динамикой развития пневмонии с нарастанием процента поражения легочной паренхимы до 60–85% ($72 \pm 12,5\%$). Сводные данные по развитию осложнений и процентному поражению легочной паренхимы у пациентов представлены в таблице.



Обсуждение

По мере динамики развития пандемии COVID-19 и роста числа заболевших во всем мире было опубликовано несколько научных статей, начиная с марта 2020 г. [6–9], в которых сообщалось о пациентах, у которых развились спонтанные пневмоторакс, пневмомедиастинум, эмфизема мягких тканей или пневмоперитонеум при отсутствии ИВЛ в анамнезе. Эти состояния изначально считались достаточно редкими осложнениями SARS-CoV-2. В обзоре T.S. Elhakim и соавт. [1] было проанализировано 15 случаев, опубликованных до июня 2020 г. Исследователи пришли к выводу, что большинство пациентов имели благоприятный клинический прогноз; таким образом, смертность по данным исследования составила около 26%.

Самое крупное исследование по этой теме принадлежит A.W. Martinelli и соавт. [4], которые проанализировали базу данных больниц в Великобритании, занимающихся лечением COVID-19, и описали характеристики 71 пациента с вышеуказанными осложнениями, возникшими как спонтанно, так и после ИВЛ. Кроме того, стоит отметить, что в большинстве исследований среди пациентов с данными осложнениями преобладали лица мужского пола (72,72%), что может быть обусловлено предполагаемыми патофизиологическими механизмами, такими как утечка воздуха через стенки поврежденных альвеол, воспалительная инфильтрация и последующее развитие цитокинового шторма [2, 10].

У пациентов в нашем исследовании все эти осложнения возникли спонтанно, через несколько дней динамики развития заболевания, что часто было ассоциировано с нарастающей отрицательной динамикой с развитием обострения поражения легких, но при отсутствии ИВЛ.

Заключение

Пневмомедиастинум, пневмоторакс, пневмоперитонеум и эмфизема мягких тканей не являются редкими осложнениями и чаще диагностируются у пациентов мужского пола с тяжелой формой течения COVID-19-пневмонии, ассоциированной с длительной госпитализацией и более тяжелым прогнозом течения заболевания.

Участие авторов

Назарова Г.Б. – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, подготовка и редактирование текста, подготовка, создание опубликованной работы, участие в научном дизайне, анализ и интерпретация полученных данных.

Мершина Е.А. – анализ и интерпретация полученных данных, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Лисицкая М.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Плотникова М.Л. – проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Баженова Д.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Малахов П.С. – проведение исследования.

Authors' participation

Nazarova G.B. – concept and design of the study, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, text preparation and editing, participation in scientific design, analysis and interpretation of the obtained data.

Mershina E.A. – analysis and interpretation of the obtained data, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Lisitskaya M.V. – conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

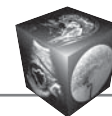
Plotnikova M.L. – conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Bazhenova D.A. – conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Malakhov P.S. – conducting research.

Список литературы [References]

1. Elhakim T.S., Abdul H.S., Romero C.P., Fuentes Y.R. Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax and subcutaneous emphysema in COVID-19 pneumonia: a rare case and literature review. *Br. Med. J.* 2020; 13: 1–7. <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-239489>
2. Hamad A.M., Elmahrouk A.F., Abdulatty O.A. Alveolar air leakage in COVID-19 patients: pneumomediastinum and/or pneumopericardium. *Hear. Lung.* 2020; 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2020.09.006>
3. Juárez-Llolla J.P., León-Jiménez F., Urquiza-Calderón J., Temoche-Nizama H. Spontaneous Pneumopericardium and Pneumomediastinum in Twelve COVID-19 Patients. *Elsevier.* 2020; 57: 70–96. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.09.013>
4. Martinelli A.W., Ingle T., Newman J. COVID-19 and Pneumothorax: A Multicentre Retrospective Case Series. *Eur. Respir. J.* 2020; 56(5): 2002697. <https://doi.org/10.1183/13993003.02697-2020>
5. Vidrio D.R., Vidrio D.E., Gutierrez O.J. et al. Pneumoperitoneum in a COVID-19 Patient Due to the Macklin Effect. *Cureus.* 2021; 13: 8–11. <https://doi.org/10.7759/cureus.13200>
6. Wang J., Su X. Spontaneous Pneumomediastinum: A Probable Unusual Complication of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia. *Korean J. Radiol.* 2020; 21: 627–628. <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0281>



7. Zhou C., Gao Ch., Xie Y., Xu M. Clinical Picture COVID-19 with spontaneous pneumomediastinum. *Lancet. Infect. Dis.* 2020; 3099: 310. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30156-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30156-0)
8. Sun R., Liu H., Wang X. Mediastinal Emphysema, Giant Bulla and Pneumothorax Developed during the Course of COVID-19 Pneumonia. *Korean J. Radiol.* 2020; 21: 541–544. <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0180>
9. Singh A., Bass J., Lindner D.H. Case Report Rare Complication of Pneumomediastinum and Pneumopericardium in a Patient with COVID-19 Pneumonia. *Case Rep. Pulmonol.* 2020; 3: 2–10. <https://doi.org/10.1155/2020/8845256>
10. Alharthy A., Bakirova G.H., Bakheet H., Balhamar A. COVID-19 with spontaneous pneumothorax, pneumomediastinum and subcutaneous emphysema in the intensive care unit: Two case reports. *Elsevier.* 2020; 4: 3–5. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.12.019>

Для корреспонденции*: Назарова Галина Борисовна – 117574 Москва, ул. Вильнюсская, д. 17, кв. 157. Тел.: +7-906-032-94-35.
E-mail: gbkalchenko@gmail.com

Назарова Галина Борисовна – аспирант кафедры лучевой диагностики МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова; врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики КДО АНО ЦКБ имени Св. Алексия, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0381-0397>

Мершина Елена Александровна – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующая отделением рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1266-4926>

Лисицкая Мария Валерьевна – канд. мед. наук, врач-рентгенолог МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-8402-7643>

Плотникова Мария Леонидовна – врач-рентгенолог МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова. <https://orcid.org/0000-0001-7533-9867>

Баженова Дарья Анатольевна – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии МГУ имени М.В. Ломоносова, врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-7757-6273>

Малахов Павел Сергеевич – заведующий отделением реанимации МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва.

Синицын Валентин Евгеньевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова; заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/ID 0000-0002-5649-2193>. Scopus ID 7102735724

Contact*: Galina B. Nazarova – 17, Vilnyusskaya str., 117574 Moscow, Russian Federation. Phone: +7-906-032-94-35.
E-mail: gbkalchenko@gmail.com

Galina B. Nazarova – PhD Student at Radiology department of Lomonosov Moscow State University; Radiologist at Radiology department with CT and MRI, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University; Radiologist at Radiology department, St. Alexy Central Clinical Hospital, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0381-0397>

Elena A. Meršina – Cand. of Sci. (Med.), Assistant Professor of Radiology department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Head of Radiology department of Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-1266-4926>

Maria V. Lisitskaya – Cand. of Sci. (Med.), Radiologist at Radiology department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-8402-7643>

Maria L. Plotnikova – Radiologist at Radiology department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7533-9867>

Daria A. Bazhenova – PhD Student at Radiology department of Lomonosov Moscow State University; Radiologist at Radiology department with CT and MRI, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-7757-6273>, e-mail: bazhenova.darya@gmail.com

Pavel S. Malakhov – Head of the Intensive Care department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow.

Valentin E. Sinitsin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Chief of Radiology and Radiotherapy Chair, Faculty of Fundamental Medicine Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/ID 0000-0002-5649-2193>. Scopus ID 7102735724