

В.И. Стародубов¹, В.В. Береговых², В.Г. Акимкин³,
Т.А. Семенов⁴, С.В. Углева³, С.Н. Авдеев²,
К.А. Зыков^{5, 6}, Т.Н. Трофимова⁷, Н.В. Погосова⁸,
С.Н. Переходов^{6, 9}, С.Н. Кузин³, С.Б. Яцышина³, В.В. Петров³, К.Ф. Хафизов³,
Д.В. Дубоделов³, Г.А. Гасанов³, С.Х. Сванадзе³, А.С. Черкашина³, Е.А. Сеницын^{5, 6},
А.В. Рвачева⁶, Н.В. Сергеева⁹, Т.А. Полосова⁶, А.А. Зыкова⁶, Д.А. Зеленин^{6, 10},
М.Ю. Горбенко¹⁰, И.С. Родюкова^{10, 11}, Н.И. Чаус^{10, 12}, А.В. Сницарь¹⁰



¹Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения,
Москва, Российская Федерация

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),
Москва, Российская Федерация

³Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии, Москва, Российская Федерация

⁴Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии
имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи, Москва, Российская Федерация

⁵Научно-исследовательский институт пульмонологии, Москва, Российская Федерация

⁶Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова,
Москва, Российская Федерация

⁷Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁸Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова,
Москва, Российская Федерация

⁹Туберкулезная клиническая больница № 3 имени профессора Г.А. Захарьина, Москва, Российская Федерация

¹⁰Городская клиническая больница имени В.П. Демихова, Москва, Российская Федерация

¹¹Российский национальный исследовательский институт имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

¹²Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования,
Москва, Российская Федерация

199

COVID-19 в России:

ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ НА ПАНДЕМИЮ (часть 1)

За два года пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) произошла эволюция взглядов в различных областях медицины, что привело к мощному развитию научных исследований в области эпидемиологии, клиники, диагностики и терапии COVID-19. В статье освещены вопросы эволюции взглядов и подходов к изучению эпидемиологии и лучевой диагностики COVID-19. Показаны данные молекулярно-генетических исследований, которые являются важнейшим компонентом эпидемиологического надзора. Изучение проявлений эпидемического процесса COVID-19 позволило выделить два этапа развития эпидемиологической ситуации на территории Российской Федерации. На первом этапе эпидемии были зафиксированы два подъема уровня заболеваемости населения, регулируемых социальными и природными факторами. Второй этап эпидемии был обусловлен изменением биологических свойств вируса SARS-CoV-2 с последующей сменой преобладающих геновариантов (Alpha, Delta и Omicron). На втором этапе эпидемии были зафиксированы три подъема уровня заболеваемости населения. Даны общие принципы применения методов лучевой диагностики, которые используются в первую очередь для выявления поражения легких при COVID-19. По мере накопления опыта произошло закономерное изменение представлений об алгоритмах применения визуализационных технологий.

Ключевые слова: эпидемиология, SARS-CoV-2, секвенирование, лучевая диагностика

Для цитирования: Стародубов В.И., Береговых В.В., Акимкин В.Г., Семенов Т.А., Углева С.В., Авдеев С.Н., Зыков К.А., Трофимова Т.Н., Погосова Н.В., Переходов С.Н., Кузин С.Н., Яцышина С.Б., Петров В.В., Хафизов К.Ф., Дубоделов Д.В., Гасанов Г.А., Сванадзе С.Х., Черкашина А.С., Сеницын Е.А., Рвачева А.В., Сергеева Н.В., Полосова Т.А., Зыкова А.А., Зеленин Д.А., Горбенко М.Ю., Родюкова И.С., Чаус Н.И., Сницарь А.В. COVID-19 в России: эволюция взглядов на пандемию (часть 1). Вестник РАМН. 2022;77(3):199–207. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn2118>

Эпидемиология COVID-19 и молекулярно-генетический мониторинг SARS-CoV-2 на территории Российской Федерации

Изучение проявлений эпидемического процесса COVID-19 за 2020–2022 гг. позволило выделить два этапа развития эпидемиологической ситуации на территории Российской Федерации. На первом этапе эпидемии COVID-19 были зафиксированы два подъема уровня заболеваемости населения, регулируемых социальными и природными факторами. Второй этап эпидемии (январь

2021 г. по настоящее время) был обусловлен изменением биологических свойств вируса SARS-CoV-2 с последующей сменой преобладающих геновариантов (Alpha, Delta и Omicron). На втором этапе эпидемии COVID-19 в России были зафиксированы три подъема уровня заболеваемости населения [1–9].

За весь период наблюдения (30 марта 2020 — 17 мая 2022 гг.) в Российской Федерации зарегистрировано 18 268 958 случаев COVID-19, из них 377 869 (2,06%) закончилось летальным исходом. Среднее значение уровня заболеваемости COVID-19 в РФ за 2020–2022 гг. составило 112,5 на 100 тыс. населения. Максимальное зна-

чение показателя заболеваемости было зафиксировано в 5-й период подъема уровня заболеваемости (10 января 2021 — 27 февраля 2022 г.) и составило 905,37 на 100 тыс. населения.

В январе 2020 г. в открытых генетических базах данных стал доступен геном SARS-CoV-2. Оперативное обнаружение SARS-CoV-2 — один из ключевых факторов в борьбе с пандемией. В связи с этим возникла острая необходимость в чувствительных и недорогих методах диагностики COVID-19 для массового скрининга.

ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора (ЦНИИ эпидемиологии) был одним из первых в стране, кто зарегистрировал тест-систему на основе ПЦР для выявления РНК SARS-CoV-2 (АмплиСенс® Cov-Bat-FL, № РЗН 2014/1987 от 07.04.2020), которая обладает достаточно высокими показателями чувствительности и специфичности. Чувствительность тест-системы составляет 0,1 TCID₅₀/мл (1000 копий РНК/мл). Набор реагентов предназначен также для выявления РНК коронавирусов, вызывающих тяжелую респираторную инфекцию: MERS-Cov (Middle East respiratory syndrome coronavirus) и SARS (Severe acute respiratory syndrome coronavirus) ме-

тодом ПЦР с гибридационно-флуоресцентной (ГФЛ) детекцией продуктов амплификации.

Все разработанные к середине 2020 г. тест-системы для обнаружения РНК SARS-CoV-2 на основе ПЦР в режиме реального времени являлись качественными. Поскольку что значение порогового цикла (Ст) дает только косвенную информацию о вирусной нагрузке, была необходима детализированная шкала, интерпретирующая это значение в понятной для принятия клинических и эпидемиологических решений форме. В связи с этим к концу 2020 г. в ЦНИИ эпидемиологии был разработан и зарегистрирован новый набор реагентов «АмплиСенс® COVID-19-FL» (№ РЗН 2021/14026 от 09.04.2021) с возможностью количественного определения концентрации РНК вируса в исследуемых образцах, особенностью технологии которой является совмещение этапа обратной транскрипции (ОТ) с ПЦР с детекцией в режиме реального времени, обеспечивающее большую информативность в условиях клинической практики и более высокую чувствительность обнаружения РНК SARS-CoV-2. Набор «АмплиСенс® COVID-19-FL» не имеет аналогов в мире [10, 11].

Во второй половине 2020 г. стало очевидным, что масштаб пандемии требует проведения массового молеку-

V.I. Starodubov¹, V.V. Beregovykh², V.G. Akimkin³, T.A. Semenenko⁴, S.V. Ugleva³, S.N. Avdeev², K.A. Zykov^{5, 6}, T.N. Trofimova⁷, N.V. Pogosova⁸, S.N. Perekhodov^{6, 9}, S.N. Kuzin³, S.B. Iatsyshina³, V.V. Petrov³, K.F. Khafizov³, D.V. Dubodelov³, G.A. Gasanov³, S.Kh. Svanadze³, A.S. Cherkashina³, E.A. Sinitsyn^{5, 6}, A.V. Rvacheva⁶, N.V. Sergeeva⁹, T.A. Polosova⁶, A.A. Zykova⁶, D.A. Zelenin^{6, 10}, M.Iu. Gorbenko¹⁰, I.S. Rodiukova^{10, 11}, N.I. Chaus^{10, 12}, A.V. Snitsar¹⁰

¹ Russian Research Institute of Health, Moscow, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

³ Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russian Federation

⁴ National Research Center of Epidemiology and Microbiology named after Honorary Academician N.F. Gamaleya, Moscow, Russian Federation

⁵ Pulmonology Scientific Research Institute, Moscow, Russian Federation

⁶ A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

⁷ Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

⁸ National Medical Research Center of Cardiology named after Academician E.I. Chazov, Moscow, Russian Federation

⁹ Professor G.A. Zakharyin Tuberculosis Clinical Hospital No. 3, Moscow, Russian Federation

¹⁰ City Clinical Hospital named after V.P. Demihov, Moscow, Russian Federation

¹¹ Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Moscow, Russian Federation

¹² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

COVID-19 in Russia:

Evolution of Views on the Pandemic. Report I

Over the two years of the novel coronavirus infection (COVID-19) pandemic, there has been an evolution of views in various fields of medicine, which has led to a powerful development of scientific research in the field of epidemiology, clinic, diagnosis and therapy of COVID-19. The article highlights the evolution of views and approaches to the study of the epidemiology and radiology of COVID-19. The data of molecular genetic studies are shown, which are the most important component of epidemiological surveillance. The study of the manifestations of the COVID-19 epidemic process made it possible to distinguish two stages in the development of the epidemiological situation in the Russian Federation. At the first stage of the epidemic, two rises in the incidence rate of the population were recorded, regulated by social and natural factors. The second stage of the epidemic was due to a change in the biological properties of the SARS-CoV-2 virus, followed by a change in the prevailing genovariants (Alpha, Delta and Omicron). At the second stage of the epidemic, three rises in the incidence of the population were recorded. The general principles for the use of radiodiagnosis methods, which are used primarily to detect lung damage in COVID-19, are given. With the accumulation of experience, a natural change in ideas about the algorithms for the use of visualization technologies has occurred.

Keywords: epidemiology, SARS-CoV-2, radiography, sequence analysis

For citation: Starodubov VI, Beregovykh VV, Akimkin VG, Semenenko TA, Ugleva SV, Avdeev SN, Zykov KA, Trofimova TN, Pogosova NV, Perekhodov SN, Kuzin SN, Iatsyshina SB, Petrov VV, Khafizov KF, Dubodelov DV, Gasanov GA, Svanadze SKh, Cherkashina AS, Sinitsyn EA, Rvacheva AV, Sergeeva NV, Polosova TA, Zykova AA, Zelenin DA, Gorbenko MIu, Rodiukova IS, Chaus NI, Snitsar AV. COVID-19 in Russia: Evolution of Views on the Pandemic. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2022;77(3):199–207. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn2118>

лярно-генетического тестирования населения на наличие SARS-CoV-2. Прогрессивная технология петлевой изотермической амплификации позволяет исследовать образцы быстрее, чем в ПЦР, однако ни в России, ни в мире изотермическая амплификация, совмещенная с этапом обратной транскрипции (ОТ-ИТ), ранее в диагностических целях широко не использовалась. Этот метод сопоставим по стоимости с ПЦР и существенно увеличивает возможности диагностических лабораторий за счет сокращения в 3–4 раза времени постановок реакций амплификации. В конце 2020 г. в ЦНИИ эпидемиологии в исключительно короткие сроки была завершена разработка и в начале 2021 г. налажено производство набора реагентов для выявления РНК SARS-CoV-2 методом ОТ-ИТ. Получено регистрационное удостоверение Росздравнадзора на медицинское изделие — набор реагентов «АмплиСенс® SARS-CoV-2-ИТ» (№ РЗН 2021/13357 от 03.02.2021).

Одним из ключевых компонентов в наборе реагентов для создания тест-систем на основе метода ОТ-ИТ нуклеиновых кислот является Bst-полимераза, поэтому важнейшей задачей было получение фермента отечественного производства, не уступающего по качеству зарубежным аналогам. Отечественная технология производства Bst-полимеразы позволяет получать фермент, обладающий межсерийной воспроизводимостью качественных и количественных характеристик. Создание отечественной ферментной базы обеспечило полное импортозамещение и независимость от поставок ферментов для разработки и производства диагностических тест-систем из-за рубежа, что исключительно важно для сохранения биологической безопасности РФ. Крайне важно и то, что разработка набора реагентов «АмплиСенс® SARS-CoV-2-ИТ» заложила фундамент нового научно-практического направления — создания и производства наборов реагентов на основе метода ИТ.

В начале 2021 г. после появления штамма Alpha вируса SARS-CoV-2 Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) сообщило, что новый геновариант вируса способен ускользать от детекции рядом тест-систем. Чтобы снизить возможность получения ложноотрицательных результатов, связанных с новыми штаммами, специалисты ЦНИИ эпидемиологии разработали NGS-панель для выявления самых значимых мутаций в гене S-белка (АмплиСенс® SARS-CoV-2-N501Y-ИТ по ТУ 21.20.23-416-01897593-2021 от 21.07.2021). Это достаточно быстрый, эффективный и дешевый способ секвенирования. На тот момент были известны геноварианты Alpha, Британский (B.1.1.7), Beta, Южноафриканский (B.1.351), Бразильский (P.1) и другие эпидемиологически значимые штаммы вируса N501Y, которые выявляются данной панелью.

Также был разработан и зарегистрирован набор реагентов AmpliSens® SC2-ИТ, который предназначен для качественного определения РНК SARS-CoV-2 в биологическом материале (мазки со слизистой оболочки носо- и ротоглотки) методом обратной транскрипции и изотермической амплификации (ОТ-ИТ) с флуоресцентной детекцией продуктов амплификации. Набор реагентов используется для комплексной лабораторной диагностики COVID-19.

Чрезвычайно важна оценка динамики распространения известных и новых геновариантов SARS-CoV-2, циркулирующих на территории России. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 23.03.2021 № 448 «Об утверждении Временного порядка предоставления

данных расшифровки генома возбудителя новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» в ЦНИИ эпидемиологии разработана и введена в действие Российская платформа агрегации информации о геномах вирусов (VGARus). База данных VGARus содержит информацию о нуклеотидных последовательностях вирусов SARS-CoV-2 и их мутациях, распространенных в различных регионах, и может быть использована для хранения, систематизации и выборки данных для выявления геновариантов вирусов [12].

VGARus дает возможность постоянно вести мониторинг мутационной изменчивости SARS-CoV-2, предоставляя важнейшие данные для обнаружения новых геновариантов и отслеживания их распространенности на территории РФ. Молекулярно-генетические исследования являются основой для принятия управленческих решений в области проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий по предотвращению дальнейшего распространения SARS-CoV-2 и формируют платформу для создания новых вакцинных препаратов [12].

Динамический мониторинг мутационной изменчивости коронавирусов, выявленных на территории Российской Федерации, осуществляется с декабря 2020 г., при обнаружении первого случая геноварианта Alpha (B.1.1.7).

На 17 мая 2022 г. в национальной базе данных VGARus зарегистрировано 133 925 геномных последовательностей вируса SARS-CoV-2, полученных в результате полногеномного и фрагментного секвенирования, из них 67 209 (50,2%) полногеномных сиквенсов, 66 209 (49,8%) фрагментных сиквенсов. Среди загруженных в национальную базу данных VGARus полногеномных последовательностей 112 344 (86,2%) относится по классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), согласно пересмотру классификации от 11 апреля 2022 г., к вариантам VOCs (variants of concern) и VOIs (variants of interest). Каждый из этих вариантов отличается от «Уханьского» специфичным набором мутаций, из них к варианту Alpha относится 746 (1,1%) последовательностей, Beta — 54 (0,1%), Gamma — 28 (< 0,1%), Delta — 33 707 (50,2%), Omicron — 23 237 (34,5%); 9437 (14,1%) загруженных последовательностей не относится к вариантам VOCs и VOIs.

Геновариант Alpha был распространен на территории Российской Федерации зимой 2021 г. Геноварианты Beta и Gamma также встречались в начале 2021 г., однако заметного распространения не получили. Геновариант Delta распространился на территории страны во второй половине апреля 2021 г. и превалировал до января 2022 г., Omicron обнаружен в стране в декабре 2021 и с января 2022 г. является доминирующим.

В результате полногеномного секвенирования за период с 30 марта 2020 по 17 мая 2022 г. на платформу VGARus загружено 67 209 идентифицированных образцов. Из них 722 (1,07%) образца классифицировано как геновариант B.1.1.523; 1330 (1,98%) — B.1.1.317; 3907 (5,81%) — B.1.1; 746 (1,11%) — Alpha (B.1.1.7); 3560 (5,30%) — другие геноварианты; 23 237 (34,57%) — вариант Omicron (B.1.1.529+BA*); 33 707 (50,16%) образцов — вариант Delta (B.1.617.2+AY*).

Генетический вариант Delta (B.1.617.2 + AY*) с мая по декабрь 2021 г. превалировал — его доля среди всех выявленных вариантов составляла до 100%. Доминирующим во все месяцы наблюдения с момента начала регистрации геноварианта Delta являлся вариант, которому с 26 но-

ября 2021 г. классификатор Pangolin присвоил название AY.122 (82,0%).

Вариант Omicron начал стремительное распространение с декабря 2021 г., и в настоящее время он полностью доминирует на территории Российской Федерации (100% всех исследованных образцов). Анализ данных национальной базы VGARus позволил выявить диссоциацию генетической линии Omicron на территории России с наибольшей частотой циркуляции субвариантов BA.1 (13,1%); BA.1.1 (51,1%); BA.1.1.15 (4,8%); BA.1.1.17.2 (4,8%); BA.2 (17,2%). Субвариант BA.3 не получил столь значимого распространения и на сегодняшний день составляет 0,8% в общей структуре популяции Omicron. На долю других менее значимых субвариантов генетической линии Omicron приходится 8,2%.

Еще одна особенность реагирования на пандемию COVID-19 — широкое использование цифровизации для выявления контактных лиц, передачи и контроля тестирования граждан, формирования кодов здоровья. Специалистами ЦНИИ эпидемиологии в рамках постановления Правительства РФ от 27.03.2021 № 452, распоряжения Правительства РФ от 16.03.2020 № 635-р (ред. от 10.12.2021) создана Интеграционная платформа SOLAR для быстрой передачи результатов ПЦР-исследований всем заинтересованным гражданам. Время такой передачи составляет менее 60 мин с момента загрузки информации в базу данных. В настоящий момент к данной платформе подключено более 1000 лабораторий (в том числе сетевых), 85 регионов передают данные в автоматическом режиме. Также создано приложение «Путешествую без COVID-19», в рамках которого более 6 тыс. результатов выгружается каждый месяц, 3200 точек забора биоматериала подключены к приложению, в которое занесено более 50 тыс. результатов.

Трансформация и развитие взглядов на COVID-19: лучевая диагностика

Характер течения пандемии новой коронавирусной инфекции укладывается в категорию масштабной эпидемической катастрофы, которая в течение второго года перешла границы ожидаемых событий. Опыт борьбы с пандемией COVID-19 систем здравоохранения разных стран подтвердил, что без современных методов визуализации изменений в органах-мишенях эффективных результатов в борьбе с этим заболеванием добиться невозможно. Методы лучевой диагностики применяют в первую очередь для выявления поражения легких при COVID-19, их осложнений, дифференциальной диагностики с другими заболеваниями, а также для определения степени выраженности и динамики изменений и оценки эффективности проводимой терапии. Лучевые методы также необходимы для выявления и оценки характера патологических изменений в других анатомических областях и как средство контроля при интервенционных медицинских вмешательствах [13]. По мере накопления опыта произошло закономерное изменение представлений об алгоритмах применения визуализационных технологий, понимание ожидаемых нозологий и их лучевой семиотики.

В настоящее время общие принципы применения лучевых методов исследований представлены следующим образом:

- лучевые методы являются важными, но не основными в диагностике новой коронавирусной инфекции (COVID-19), поскольку позволяют заподозрить по-

ражение легких вирусной этиологии, в том числе COVID-19;

- выявляемые при лучевых исследованиях признаки неспецифичны для какого-либо вида инфекции и не позволяют установить этиологический диагноз;
- данные лучевой визуализации позволяют влиять на ведение конкретного пациента, лечение осложнений или постановку альтернативного диагноза;
- отсутствие изменений при лучевых методах исследований не исключает наличие COVID-19 и возможность развития вирусного поражения легких после проведения исследования;
- при высокой вероятности поражения легких вирусной этиологии по данным компьютерной томографии (КТ) и при отрицательных данных ПЦР требуются совместная оценка в динамике анамнестических, клинических данных, результатов рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) и по результатам оценки повторное выполнение ПЦР;
- не рекомендовано применение методов лучевой диагностики при отсутствии симптомов ОРВИ у пациентов с положительными результатами на РНК SARS-CoV-2, а также при наличии эпидемиологических данных, указывающих на возможность инфицирования;
- применение лучевых методов у пациентов с симптомами ОРВИ легкой степени тяжести и в стабильном состоянии возможно только по конкретным клиническим показаниям, в том числе при наличии факторов риска;
- развитие осложнений, в том числе ятрогенных, диктует необходимость применения различных методов лучевой диагностики в зависимости от клинической ситуации, состояния пациента и оснащения лечебно-профилактического учреждения. Полученные дополнительные данные в сочетании с клинико-лабораторными и биохимическими особенностями течения COVID-19 позволяют оптимизировать индивидуальные подходы к прогнозу заболевания, выбору лечебных стратегий, определению принципов первичной и вторичной профилактики проявлений постковидного синдрома.

Методом выбора при обследовании органов грудной клетки при подозрении на COVID-19 стала РКТ. Быстро накапливаемый опыт показал, что все остальные лучевые технологии (рентгенография органов грудной клетки (РГ), УЗИ легких и плевральных полостей) демонстрируют меньшую чувствительность и специфичность либо малоэффективны [14–17]. УЗИ легких у пациентов с предполагаемой/известной COVID-19-пневмонией не включено в клинические рекомендации и стандарты оказания медицинской помощи и является дополнительным методом визуализации, который не заменяет и не исключает проведение РГ и РКТ. Результативность исследований в значительной степени зависит от имеющегося опыта и квалификации врача, проводящего исследование. Наиболее широкое применение этот метод нашел в педиатрической практике, а также при обследовании беременных женщин. При соблюдении методики, выборе правильных показаний и наличии подготовленного врачебного персонала это исследование отличается высокой чувствительностью в выявлении интерстициальных изменений и консолидаций в легочной ткани, но только при их субплевральном расположении. Данные УЗИ не позволяют однозначно определить причину возникновения и/или действительную распространенность изменений в легких [18, 19].

Поражение легочной ткани находит отражение в закономерном сменяющих друг друга лучевых паттернах, отражающих патоморфологические изменения. Так, КТ-картина «матового стекла» обусловлена нарастающим отеком альвеол и интерстицией, а разная степень выраженности интенсивности «матового стекла» коррелирует со степенью заполнения альвеол. Ретикуляция в местах расположения «матового стекла» связана с визуализацией стенок ацинусов на фоне нарастания отека, клеточной инфильтрации и появлением внутриальвеолярного фибрина. Следующий паттерн — консолидация, которая отражает клеточную инфильтрацию, нарастание протяженности областей с внутриальвеолярным фибрином и пролиферацией фибробластов (морфологические начальные проявления легочного фиброза либо присоединение бактериальной инфекции) [20, 21]. Установлено, что возникновение паттерна организующейся пневмонии при повторном исследовании ассоциировано с хорошим прогнозом ($p < 0,01$), а появление новых и увеличение старых зон изменений по типу «бульжной мостовой» и большой объем поражения следует отнести к неблагоприятным прогностическим признакам ($p < 0,01$).

По итогам 2-й волны пандемии на основе совокупности клиничко-лучевых характеристик были сформулированы модели, позволяющие прогнозировать дальнейшее развитие событий: модель 1 — появление участков уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» с 4-го по 7-й дни с момента появления респираторной симптоматики — благоприятный прогноз; модель 2 — появление участков уплотнения по типу «матового стекла» и ретикулярных изменений в первые 5 дней, распространенность может составлять 25–75% — благоприятный прогноз; модель 3 — появление участков консолидации в первые дни заболевания, распространенность изменений 25–50% — неблагоприятный прогноз; модель 4 — тотальное/субтотальное уплотнение легочной ткани в первые 7 дней с начала заболевания — неблагоприятный прогноз. Но направленность процессов не столь однозначна. Это отчетливо прослеживалось во время 3-й и 4-й волн, когда отмечалось быстрое прогрессирование изменений с ранним присоединением бактериальных осложнений, резистентных в антибиотикотерапии, увеличении количества пациентов с длительным сроком пребывания в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), а разработанные ранее клиничко-лучевые модели оказались неэффективными.

Регресс изменений находит отражение в постепенном уменьшении объема и выраженности изменений. Формирование большой группы пациентов с постковидным синдромом заставило обратить внимание на лучевые сценарии последствий перенесенного COVID-19. Оказалось, что долгое (более 3 мес) сохранение участков «матового стекла» отражает минимальные интерстициальные изменения, обусловленные либо формированием пневмофиброза (проявления внутридолькового фиброза), либо сохранением активности вируса. Волнообразное течение заболевания с появлением и исчезновением участков «матового стекла» в разных местах связывают, как правило, с персистенцией вируса, и чаще оно встречается при иммуносупрессии. Возможно формирование в легочной ткани фиброзных изменений различной протяженности и выраженности. В таких случаях визуализируются остаточные проявления поражения крупных и мелких бронхов (тракционные бронхоэктазы, бронхиолоэктазы, признаки облитерирующего бронхолита), а также сосудистые изменения (мозаичная перфузия легочной ткани,

развитие легочной гипертензии). В подобных случаях диагностические алгоритмы должны быть расширены за счет включения МРТ, КТ-ангиографии, методов радионуклидной диагностики (ОФЭКТ/КТ).

Уже первые месяцы пандемии новой коронавирусной инфекции показали, что инфицирование SARS-CoV-2 приводит к сложному полиморфизму повреждений, когда спектр клинических симптомов COVID-19 не ограничивается респираторными проявлениями, а характеризуется вовлечением в процесс других органов-мишеней, а также системными осложнениями, которые развиваются у значительной части пациентов: желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — 25–34%, сердечно-сосудистой системы — 32–75%, центральной нервной системы (ЦНС) — 22–75%. Применение лучевых технологий в указанных случаях определяется общепринятыми диагностическими алгоритмами. Особое внимание уделяется применению лучевых методов при симптомах поражения органов ЖКТ при условии достаточных технических и организационных возможностей. Подчеркивается важность анализа клинических показаний, в том числе факторов риска, свидетельствующих о возможном вовлечении органов ЖКТ, подозрении на острую хирургическую патологию. Методом выбора в этом случае является РКТ органов брюшной полости, обеспечивающая высокую информативность и скорость исследования, доступность и широкий диапазон программных возможностей обработки получаемых изображений, управление протоколами снижения лучевой нагрузки, особенно в процессе динамического наблюдения за пациентами, возможность выполнения исследований с искусственным контрастированием, в том числе КТ-ангиографии.

При выявлении гастроэнтерологических проявлений COVID-19 уже на этапе приемного отделения, особенно в случаях, требующих исключения острой хирургической патологии, КТ-исследование органов грудной клетки следует дополнять абдоминальным протоколом, что необходимо для первичной оценки состояния органов, а также для их дифференциальной диагностики и оценки динамики процесса. Среди нозологий особое место занимают энтероколиты с пневматозом кишечника, мезентериальные тромбозы с ишемизацией стенки кишки и возможной перфорацией, инфаркты печени и почек, панкреатиты и панкреонекрозы, абсцессы различной локализации, токсические гепатиты, холестаза. В системе воротной вены начинает визуализироваться газ. Анализ результатов КТ позволяет выявить качественные и количественные изменения размеров печени, поджелудочной железы и селезенки, а также их рентгеновской плотности (в единицах Хаунсфилда), билиарного тракта и кишечника. Особое внимание необходимо уделять количественной и качественной оценке состояния тонкой и толстой кишок, обращая внимание на диаметр просвета и толщину стенок (по данным КТ и УЗИ), наличие свободного газа (по данным КТ и РГ), свободной жидкости в брюшной полости (по данным КТ и УЗИ) и перистальтической активности (по данным УЗИ). Все выявляемые при лучевых исследованиях признаки должны оцениваться только в совокупности с клиническими, клиничко-лабораторными, вирусологическими и биохимическими проявлениями COVID-19. Повторное использование РКТ и рентгенологического обследования, а также УЗИ на стационарном этапе лечения COVID-19 показано только при ухудшении течения заболевания [23, 24].

УЗИ, наряду с рентгенографией органов брюшной полости, с использованием передвижных (палатных) ап-

паратом — основные методы инструментального обследования пациентов, находящихся в ОРИТ с подозрением на острую хирургическую патологию органов брюшной полости. Причем диагностический потенциал УЗИ выше, поскольку стандартное рентгенологическое исследование применяется только для выявления признаков кишечной непроходимости и перфорации полых органов. В случаях когда клиническая симптоматика возникает на фоне лечения, а КТ уже выполнено ранее, методом выбора дифференциальной диагностики следует считать УЗИ.

Применение МРТ для изучения органов брюшной полости следует рекомендовать больным на этапе амбулаторного лечения и реабилитации после завершения стационарного лечения COVID-19. МРТ для исследований других органов и систем (головной и спинной мозг, позвоночник, органы малого таза и т.д.) у больных COVID-19, находящихся в «красной зоне», используется только по экстренным показаниям в специально выделенных для этой цели кабинетах с соблюдением всех мер защиты персонала отделений лучевой диагностики.

Неврологические проявления не лидируют в клинической картине заболевания, вызванного SARS-CoV-2. Вместе с тем клинически установлено, что поражение ЦНС ассоциировано с увеличением вероятности тяжелого течения у пациентов с инфекцией COVID-19 в 2,5 раза. Причины развития неврологических расстройств могут варьировать от метаболической энцефалопатии, связанной с тяжелой гипоксией, и постиктального состояния до острого цереброваскулярного заболевания, вызванного эндотелиитом. В основе развития вторичных и отсроченных нарушений в ЦНС после перенесенной коронавирусной инфекции лежит каскад взаимосвязанных процессов: прямое действие вируса на клетки, последствия диссеминированных микроциркуляторных расстройств и тканевой гипоксии, системное вирусное воспаление в органах, действие ряда токсичных ингредиентов, дисфункция вегетативной регуляции вследствие нарушений ЦНС, вторичные инфекции, заболевания и осложнения.

Накопленный опыт позволяет выделить следующие основные клинико-морфологические варианты поражения ЦНС при COVID-19. Прежде всего это типичный ишемический инсульт на фоне тромбоза проксимальных сегментов мозговых артерий. Острая церебральная ишемия нередко возникает вследствие множественного тромбоза дистальных сегментов мозговых артерий. Дополнительно вариантом поражения ЦНС может быть массивное диффузное повреждение эндотелия ГЭБ («молниеносное» течение васкулита, тромбозэндотелиита) как на фоне, так и без признаков тромбоза церебральных артерий. Для поражения головного мозга при COVID-19 характерны мелкие петехиальные кровоизлияния, полиэтиологические по своей природе (повреждение эндотелия, острая гипоксия, микроэмболия). Синус-тромбозы, задняя обратимая лейкоэнцефалопатия, острая некротизирующая энцефалопатия, развивающаяся вследствие «цитокинового шторма», острый диссеминированный энцефалит/энцефаломиелит, отражающие запуск аутоиммунных процессов, миелиты, энцефалит дополняют перечень состояний, характеризующих поражения головного мозга при новой коронавирусной инфекции.

Незначительное количество сообщений об энцефалите или менингите у пациентов с COVID-19 довольно неожиданно, учитывая высокий нейротропный потенциал SARS-CoV-2. Хотя следует отметить, что отличительной особенностью последних волн пандемии стало повышение частоты формирования абсцессов головного мозга.

Неврологические осложнения, ассоциированные с COVID-19, в 20–40% случаев представлены расстройствами обоняния и вкуса (синдром Миллера–Фишера), периферической полинейропатией (синдром Гийена–Барре). Предполагается, что anosmia является маркером нейротропизма вируса и его способности индуцировать повреждение нервной ткани. При этом вирус SARS-CoV-2 может привести к инфильтрации и отеку обонятельного нерва (I черепной нерв), обонятельного мозга и затем ствола головного мозга, вызывая при этом расстройства дыхания и сердечно-сосудистой регуляции, типичные для тяжелого течения COVID-19.

Следует отметить, что основные жалобы относятся к психиатрии и клинической психологии. Известно, что нарушения эмоциональной сферы отмечаются у 88% больных (депрессия — 48%, апатия — 39%, суицидальные попытки — 11%, агрессия — 7%); когнитивные расстройства (туман в голове, снижение памяти, трудности с пониманием и принятием решений, замедление мыслительной деятельности) — 84%; патологическое бодрствование — 79%; головные боли — 77%; проблемы с речью и письмом — 49% и т.д.

В настоящее время ведется активный поиск и разработка методов оценки метаболических и микроструктурных повреждений ЦНС. В число перспективных неинвазивных методов входит МР-спектроскопия, которая хорошо зарекомендовала себя в оценке психоневрологических осложнений, развивающихся при ВИЧ-инфекции. Сопоставление COVID-19 и ВИЧ позволило выявить общие закономерности острой фазы заболевания и существенные различия, обусловленные особенностями и специфичностью экспрессии рецепторов к разным РНК-вирусам ВИЧ и SARS-CoV-2. Эти исследования имеют пока разную степень доказательности и являются предметом проводимых углубленных исследований. Появление пациентов с постковидным синдромом определило продолжение исследований ЦНС по выявлению последствий, определяющих качество жизни человека.

Заключение

Внедрение молекулярно-генетического мониторинга в систему эпидемиологического надзора за COVID-19 повысит его эффективность, позволит своевременно прогнозировать эпидемическую ситуацию и противостоять новым инфекциям с эпидемическим потенциалом. Пандемия COVID-19 дала огромный импульс не только развитию новых лабораторных технологий, но и совершенствованию клинико-диагностических исследований.

В настоящее время определены этапы формирования пандемии COVID-19, которые циклично повторяются во времени и эволюционируют. Анализ обширного материала позволил на основе комплексных клинико-лабораторных и лучевых исследований определить место визуализационных технологий в диагностических алгоритмах, а также валидировать значимость разработанных клинико-лучевых моделей поражения различных органов и систем в индивидуальном прогнозе.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Рукопись подготовлена (работа/исследования выполнены) и опубликована за счет финансирования по месту работы авторов.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. В.И. Стародубов — разработка концепции исследования; В.В. Береговых — разработка концепции исследования; В.Г. Акимкин — разработка концепции исследования, подбор методик; Т.А. Семенов — разработка дизайна исследования, подбор методик, редактирование текста статьи; С.В. Углева — разработка концепции исследования, написание текста, редактирование статьи на этапе подготовки к публикации; С.Н. Авдеев — разработка дизайна исследования; К.А. Зыков — разработка дизайна исследования; Т.Н. Трофимова — разработка дизайна исследования; Н.В. Погосова — разработка дизайна исследования; С.Н. Переходов — разработка дизайна исследования; С.Н. Кузин — разработка концепции исследования; С.Б. Яцышина — разработка концепции исследования, подбор методик; В.В. Петров — разработка концепции исследования, подбор методик;

К.Ф. Хафизов — разработка концепции исследования, подбор методик; Д.В. Дубоделов — разработка концепции исследования, подбор методик; Г.А. Гасанов — проведение статистического анализа данных; С.Х. Сванадзе — проведение статистического анализа данных; А.С. Черкашина — разработка концепции исследования, подбор методик; Е.А. Синицын — разработка дизайна исследования; А.В. Рвачева — разработка дизайна исследования; Н.В. Сергеева — разработка дизайна исследования; Т.А. Полосова — разработка дизайна исследования; А.А. Зыкова — разработка дизайна исследования; Д.А. Зеленин — разработка дизайна исследования; М.Ю. Горбенко — разработка дизайна исследования; И.С. Родокова — разработка дизайна исследования; Н.И. Чаус — разработка дизайна исследования; А.В. Сницарь — разработка дизайна исследования. Все авторы статьи внесли существенный вклад в организацию и проведение исследования, прочли и одобрили окончательную версию рукописи перед публикацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. COVID-19: научно-практические аспекты борьбы с пандемией в Российской Федерации / под ред. А.Ю. Поповой. — Саратов: Амirit, 2021. — 608 с. [COVID-19: nauchno-prakticheskie aspekty bor'by s pandemiej v Rossijskoj Federacii / pod red. A.Yu. Popovoj. Saratov: Amirit; 2021. 608 s. (In Russ.)]
2. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А., и др. Характеристика эпидемиологической ситуации по COVID-19 в Российской Федерации в 2020 г. // *Вестник РАМН.* — 2021. — Т. 76. — № 4. — С. 412–422. [Akimkin VG, Kuzin SN, Semenenko TA, et al. Characteristics of the COVID-19 Epidemiological Situation in the Russian Federation in 2020. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2021;76(4):412–422. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1505>
3. Пшеничная Н.Ю., Лизинфельд И.А., Журавлев Г.Ю., и др. Эпидемический процесс COVID-19 в Российской Федерации: промежуточные итоги. Сообщение 1 // *Инфекционные болезни.* — 2020. — Т. 18. — № 3. — С. 7–14. [Pshenichnaya NYu, Lizinfeld IA, Zhuravlev GYu, et al. Epidemic process of COVID-19 in the Russian Federation: interim results. 1th report. *Infectious Diseases.* 2020;18(3):7–14. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.20953/1729-9225-2020-3-7-14>
4. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю., и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 1: Модели реализации профилактических и противоэпидемических мероприятий // *Проблемы особо опасных инфекций.* — 2020. — № 1. — С. 6–13. [Kutyrev VV, Popova AYu, Smolensky VYu, et al. Epidemiological Features of New Coronavirus Infection (COVID-19). Communication 1: Modes of Implementation of Preventive and Anti-Epidemic Measures. *Problems of Particularly Dangerous Infections.* 2020;1:6–13. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-1-6-13>
5. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Колосовская Е.Н., и др. Характеристика эпидемиологической ситуации по COVID-19 в Санкт-Петербурге // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии.* — 2021. — Т. 98. — № 5. — С. 497–511. [Akimkin VG, Kuzin SN, Kolosovskaya EN, et al. Assessment of the COVID-19 epidemiological situation in St. Petersburg. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii, i Immunobiologii.* 2021;98(5):497–511. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-154>
6. Задорожный А.В., Пшеничная Н.Ю., Углева С.В., и др. Сравнительный анализ заболеваемости COVID-19 среди населения Москвы и в организованных коллективах в учреждениях общественного проживания в период пандемии // *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы.* — 2021. — № 2. — С. 36–41. [Zadorozhnyi AV, Pshenichnaya NYu, Ugleva SV, et al. Comparative analysis of the incidence of COVID-19 among the population of Moscow and the organized groups of dormitories during the pandemic. *Epidemiology and Infectious Diseases. Current items.* 2021;2:36–41. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.18565/epidem.2021.11.2.36-41>
7. Пшеничная Н.Ю., Лизинфельд И.А., Журавлев Г.Ю., и др. Эпидемический процесс COVID-19 в Российской Федерации: промежуточные итоги. Сообщение 2 // *Инфекционные болезни.* — 2021. — № 1. — С. 10–15. [Pshenichnaya NYu, Lizinfeld IA, Zhuravlev GYu, et al. Epidemic process of COVID-19 in the Russian Federation: interim results. 2nd report. *Infectious Diseases.* 2021;19(1):10–15. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.20953/1729-9225-2021-1-10-15>
8. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А., и др. Закономерности эпидемического распространения SARS-CoV-2 в условиях мегаполиса // *Вопросы вирусологии.* — 2020. — Т. 65. — № 4. — С. 203–211. [Akimkin VG, Kuzin SN, Semenenko TA, et al. Patterns of the SARS-CoV-2 epidemic spread in a megacity. *Problems of Virology.* 2020;65(4):203–211. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-4-203-211>
9. Акимкин В.Г., Кузин С.Н., Семенов Т.А., и др. Гендерно-возрастная характеристика пациентов с COVID-19 на разных этапах эпидемии в Москве // *Проблемы особо опасных инфекций.* — 2020. — № 3. — С. 27–35. [Akimkin VG, Kuzin SN, Semenenko TA, et al. Gender-Age Distribution of Patients with COVID-19 at Different Stages of Epidemic in Moscow. *Problems of Particularly Dangerous Infections.* 2020;3:27–35. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-27-35>
10. Kaptelova VV, Bukharina AY, Shipulina OY, et al. Case report: change of dominant strain during dual SARS-CoV-2 infection. *BMC Infect Dis.* 2021;21(1):959. doi: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06664-w>
11. Борисова Н.И., Котов И.А., Колесников А.А., и др. Мониторинг распространения вариантов SARS-CoV-2 (Coronaviridae: Coronavirinae: Betacoronavirus; Sarbecovirus) на территории Московского региона с помощью таргетного высокопроизводительного секвенирования // *Вопросы вирусологии.* — 2021. — № 4. — С. 269–278. [Borisova NI, Kotov IA, Kolesnikov AA, et al. Monitoring the spread of the SARS-CoV-2 (Coronaviridae: Coronavirinae: Betacoronavirus; Sarbecovirus) variants in the Moscow region using targeted high-throughput

- sequencing. *Problems of Virology*. 2021;66(4):269–278. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.36233/0507-4088-72>
12. Российская платформа агрегации информации о геномах вирусов VGARus (Virus Genome Aggregator of Russia). Available from: <https://genome.crie.ru/app/index> (accessed: 17.05.2022).
 13. Deng L, Khan A, Zhou W, et al. Follow-up study of clinical and chest CT scans in confirmed COVID-19 patients. *Radiol Infect Dis*. 2020;7(3):106–113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrid.2020.07.002>
 14. Li W, Hu L, Huang J, et al. Outcome of Pulmonary Spherical Ground-glass Opacities on Ct in Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Retrospective Analysis. *Research Square*. doi: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-30665/v1>
 15. Wei J, Yang H, Lei P, et al. Analysis of thin-section CT in patients with coronavirus disease (COVID-19) after hospital discharge. *J Xray Sci Technol*. 2020;28(3):383–389. doi: <https://doi.org/10.3233/XST-200685>
 16. Antonio GE, Wong KT, Hui DS, et al. Thin-section CT in patients with severe acute respiratory syndrome following hospital discharge: preliminary experience. *Radiology*. 2003;228(3):810–815. doi: <https://doi.org/10.1148/radiol.2283030726>
 17. Francone M, Iafrate F, Masci GM, et al. Chest CT score in COVID-19 patients: correlation with disease severity and short-term prognosis. *Eur Radiol*. 2020;30(12):6808–6817. doi: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07033-y>
 18. Yu M, Liu Y, Xu D, et al. Prediction of the Development of Pulmonary Fibrosis Using Serial Thin-Section CT and Clinical Features in Patients Discharged after Treatment for COVID-19 Pneumonia. *Korean J Radiol*. 2020;21(6):746–755. doi: <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0215>
 19. Винокуров А.С., Зюзя Ю.Р., Юдин А.Л. Эволюция изменений в легких по данным КТ при динамическом наблюдении пациентов с COVID-19 в ранние сроки // *Лучевая диагностика и терапия*. — 2020. — Т. 11. — № 2. — С. 76–88. [Vinokurov AS, Zyuzya YuR, Yudin AL. Evolution of follow up ct signs in patients with COVID-19 in early stage. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2020;11(2):76–88. (In Russ.)] doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-2-76-88>
 20. Михеев А.В., Афгаева Е.В., Казакова С.С., и др. Спонтанный пневмоторакс как осложнение поражения легких при COVID-19 // *Туберкулез и болезни легких*. — 2021. — Т. 99. — № 3. — С. 18–22. [Mikheev AV, Aftaeva EV, Kazakova SS, et al. Spontaneous pneumothorax as a complication of lung injury due to COVID-19. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2021;99(3):18–22. (In Russ.)] doi: <http://doi.org/10.21292/2075-1230-2021-99-3-18-22>
 21. Гаман С.А., Терновой С.К., Погосова Н.В., и др. Отсроченная КТ легких у пациентов, перенесших COVID-19 пневмонию // *REJR*. — 2021. — Т. 11. — № 1. — С. 8–14. [Gaman SA, Ternovoy SK, Pogosova NV, et al. Delayed CT scan of the lungs in patients with COVID-19 pneumonia. *REJR*. 2021; 11(1):8–14. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-1-8-14>
 22. Кармазановский Г.Г., Нуднов Н.В., Юдин А.Л., и др. COVID-19: лучевая диагностика и мониторинг лечения. — М.: Крафт+, 2020. — 438 с. [Karmazanovskij GG, Nudnov NV, Yudin AL., i dr. *COVID-19: lucheвая diagnostika i monitoring lecheniya*. М.: Kraft+; 2020. 438 s. (In Russ.)]
 23. Трофимова Т.Н., Андропова П.Л., Савинцева Ж.И., и др. Нейрорадиология в острой фазе коронавирусной инфекции — COVID-19 // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. — 2021. — Т. 13. — № 2. — С. 20–32. [Trofimova TN, Andropova PL, Savintseva ZI, et al. Radiology of the central nervous system of patients in the acute phase of COVID-19. *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*. 2021;13(2):20–32. (In Russ.)] doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2021-13-2-20-32>
 24. Струтынская А.Д., Кошурников Д.С., Тюрин И.Е., и др. Оценка взаимосвязи рентгенологических изменений и степени тяжести заболевания у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // *Альманах клинической медицины*. — 2021. — Т. 4. — № 2. — С. 171–178. [Strutynskaya AD, Koshurnikov DS, Tyurin IE, et al. Evaluation of an association of radiological findings and severity of the disease in patients with the new coronavirus infection (COVID-19). *Almanac of Clinical Medicine*. 2021;49(2):171–178. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2021-49-028>

206

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Углева Светлана Викторовна, д.м.н., профессор [Svetlana V. Ugleva, MD, PhD, Professor]; **адрес:** 111123, Москва, ул. Новогиреевская, д. 3а [address: 3a Novogireevskaya str., 111123 Moscow, Russia]; **e-mail:** uglevas@bk.ru, **SPIN-код:** 8840-5814, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1322-0155>

Стародубов Владимир Иванович, д.м.н., профессор, академик РАН [Vladimir I. Starodubov, MD, PhD, Professor, Academician of the RAS]; **e-mail:** starodubov@mednet.ru, **SPIN-код:** 7223-9834, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3625-4278>

Береговых Валерий Васильевич, д.т.н., профессор, академик РАН [Valery V. Beregovykh, PhD of Technical Sciences, Professor, Academician of the RAS]; **e-mail:** beregovykh@ramn.ru; **SPIN-код:** 5940-7554, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0210-4570>

Акимкин Василий Геннадьевич, д.м.н., профессор, академик РАН [Vasily G. Akimkin, MD, PhD, Professor, Academician of the RAS]; **e-mail:** vgakimkin@yandex.ru, **SPIN-код:** 4038-7455, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4228-9044>

Семененко Татьяна Анатольевна, д.м.н., профессор [Tatiana A. Semenenko, MD, PhD, Professor]; **e-mail:** meddy@inbox.ru, **SPIN-код:** 8375-2270, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6686-9011>

Авдеев Сергей Николаевич, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН [Sergey N. Avdeev, MD, PhD, Professor, Corresponding Member of the RAS]; **e-mail:** serg_avdeev@list.ru, **SPIN-код:** 1645-5524, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5999-2150>

Зыков Кирилл Алексеевич, д.м.н., профессор [Kirill A. Zykov, MD, PhD, Professor]; **e-mail:** kiriliaz@inbox.ru, **SPIN-код:** 6269-7990, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3385-2632>

Трофимова Татьяна Николаевна, д.м.н., профессор [Tat'yana N. Trofimova, MD, PhD, Professor]; **e-mail:** ttrofimova@sogaz-clinic.ru, **SPIN-код:** 9733-2755, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4871-2341>

Погосова Нана Вачиковна, д.м.н., профессор [Nana V. Pogosova, MD, PhD, Professor]; **e-mail:** nanapogosova@gmail.com, **SPIN-код:** 4168-6400, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4165-804X>

Переходов Сергей Николаевич, д.м.н., доцент [*Sergey N. Perekhodov*, MD, PhD, Associate Professor];
e-mail: persenmd@mail.ru, SPIN-код: 8770-6877, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7166-0290>

Кузин Станислав Николаевич, д.м.н., профессор [*Stanislav N. Kuzin*, MD, PhD, Professor];
e-mail: kuzin@cmd.su, SPIN-код: 1372-7623, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0616-9777>

Яцышина Светлана Борисовна, к.б.н., с.н.с. [*Svetlana B. Yacyshina*, PhD in Biology, Senior Research Associate];
e-mail: svetlana.yatsyshina@pcr.ms, SPIN-код: 7156-2948, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4737-941X>

Петров Вадим Викторович, руководитель научной группы разработки новых молекулярно-биологических технологий [*Vadim V. Petrov*]; e-mail: petrov@pcr.ms, SPIN-код: 9852-8292,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3503-2366>

Хафизов Камил Фаридович, к.б.н. [*Kamil F. Khafizov*, PhD in Biology]; e-mail: khafizov@cmd.su,
SPIN-код: 9082-5749, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5524-0296>

Дубоделов Дмитрий Васильевич, к.м.н., с.н.с. [*Dmitry V. Dubodelov*, MD, PhD, Senior Research Associate];
e-mail: dubodelov@cmd.su, SPIN-код: 4860-7909, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3093-5731>

Гасанов Гасан Алиевич, аспирант [*Gasan A. Gasanov*, PhD Student]; e-mail: gasanovgt500@gmail.com,
SPIN-код: 9726-9380, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0121-521X>

Сванадзе Нино Хвичаевна, врач-эпидемиолог [*Nino Kh. Svanadze*, MD]; e-mail: svanadze@cmd.su,
SPIN-код: 2345-4460, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7524-3080>

Черкашина Анна Сергеевна, к.х.н. [*Anna S. Cherkashina*, PhD in Chemistry]; e-mail: cherkashina@pcr.ms,
SPIN-код: 7854-7358, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7970-7495>

Синицын Евгений Александрович, главный врач [*Evgeny A. Sinityn*, MD]; e-mail: sinymlad@list.ru,
SPIN-код: 3156-7024, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8813-5932>

Рвачева Анна Валерьевна, к.м.н. [*Anna V. Rvacheva*, MD, PhD]; e-mail: arvacheva@mail.ru, SPIN-код: 5267-9598,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9277-2291>

Сергеева Наталья Васильевна, к.м.н. [*Natal'ya V. Sergeeva*, MD, PhD]; e-mail: tkb_3@mail.ru

Полосова Татьяна Александровна, к.м.н., доцент [*Tat'yana A. Polosova*, MD, PhD, Associate Professor];
e-mail: f-therapy@mail.ru

Зыкова Александра Алексеевна, к.м.н. [*Alexandra A. Zyкова*, MD, PhD]; e-mail: zyкова.aal@medsigroup.ru,
AuthorID: 328788, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9577-4815>

Зеленин Дмитрий Александрович, к.м.н. [*Dmitrii A. Zelenin*, MD, PhD]; e-mail: d_zelenin@inbox.ru,
SPIN-код: 9418-3070, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6622-4734>

Горбенко Михаил Юрьевич, кардиохирург [*Mihail Yu. Gorbenko*, MD]; e-mail: gorbenko68gkb@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4678-5459>

Родюкова Ирина Сергеевна, к.м.н., доцент [*Irina S. Rodyukova*, MD, PhD, Associate Professor];
e-mail: irina.rodyukova@gmail.com, SPIN-код: 8161-4082, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9548-6426>

Чаус Николай Иванович, к.м.н., доцент [*Nikolay I. Chaus*, MD, PhD, Associate Professor];
e-mail: nikchaus@yandex.ru, SPIN-код: 3971-4607, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5891-3417>

Сницарь Артем Владимирович [*Artem V. Snitsar*]; e-mail: snitsarav@yandex.ru, SPIN-код: 3059-5317,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6053-4651>