DOI: https://doi.org/10.17816/EID610995

Эпидемиология, течение и прогностические признаки длительной COVID-инфекции (лонг-ковида): научный обзор

А.Э. Цыганкова[1, 2], А.Н. Герасимов[3], В.А. Малов[1], О.В. Дарвина[1], Е.В. Волчкова[1], В.П. Чуланов[1]

[1] Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация;
[2] Инфекционная клиническая больница № 2, Москва, Российская Федерация;
[3] Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Пандемия COVID-19 стала наиболее серьёзным вызовом для системы здравоохранения в XXI веке. Во всём мире на сегодняшний день зарегистрировано более 771 млн случаев заболевания. Помимо симптомов, характерных для острого периода заболевания, значительная часть пациентов сталкивается с долгосрочными последствиями перенесённой инфекции, которые значимо влияют на качество жизни. Долгосрочные последствия перенесённой инфекции COVID-19 были объединены под общим названием лонг-ковид. Их изучение необходимо для разработки профилактических мероприятий в целях предупреждения тяжёлых долгосрочных последствий, значительно влияющих на состояние здоровья населения. В данном литературном обзоре описана история появления термина «лонг-ковид», обсуждены особенности современной терминологии. Представлены данные о распространённости лонг-ковида, основных симптомах, факторах риска, а также обсуждены возможные биомаркеры, прогноз и перспективы для дальнейших клинических исследований.

Ключевые слова: долгий COVID-19; постковидный синдром; лонг-ковид.

Как цитировать
Цыганкова А.Э., Герасимов А.Н., Малов В.А., Дарвина О.В., Волчкова Е.В., Чуланов В.П. Эпидемиология, течение и прогностические признаки длительной COVID-инфекции (лонг-ковида): научный обзор // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2024. Т. 29, № 1. С. 64–73. DOI: https://doi.org/10.17816/EID610995

Рукопись получена: 17.10.2023 **Рукопись одобрена:** 12.12.2023 **Опубликована online:** 01.03.2024

ЭКО • ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International license
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/EID610995

Epidemiology, course and predictors of long-term COVID infection (long COVID): A review

Anna E. Tsygankova[1, 2], Andrey N. Gerasimov[3], Valerii A. Malov[1], Olga V. Darvina[1], Elena V. Volchkova[1], Vladimir P. Chulanov[1]

[1] I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation;
[2] Infectious Diseases Clinical Hospital No. 2, Moscow, Russian Federation;
[3] Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has posed a serious challenge to the healthcare system in the 21st century. At present, over 771 million cases have been reported worldwide. Apart from the acute symptoms, many patients experience long-term consequences of the infection, which greatly affect their quality of life. The collection of these long-term effects is called "long COVID." Therefore, the consequences of COVID-19 must be studied to develop effective strategies for combating them. This review aimed to provide an overview of the history of long COVID and discuss the characteristics of contemporary terminology. This review also presents data on the prevalence of long COVID, primary symptoms, and risk factors and explores potential biomarkers, prognosis, and prospects for subsequent clinical trials.

Keywords: postacute COVID-19 syndrome; long COVID-19; COVID-19 complications.

To cite this article

Tsygankova AE, Gerasimov AN, Malov VA, Darvina OV, Volchkova EV, Chulanov VP. Epidemiology, course and predictors of long-term COVID infection (long COVID): A review. *Epidemiology and Infectious Diseases.* 2024;29(1):64–73. DOI: https://doi.org/10.17816/EID610995

Received: 17.10.2023 **Accepted:** 12.12.2023 **Published online:** 01.03.2024

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International license
© Eco-Vector, 2024

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день на фоне сообщений о нарастании количества случаев заболевания новой коронавирусной инфекцией во всём мире зарегистрировано более 771 млн случаев этого заболевания [1], из них 23 млн в Российской Федерации [2]. Несмотря на беспрецедентные усилия научного и медицинского сообщества, направленные на выявление, диагностику, лечение и профилактику COVID-19, долгосрочные последствия перенесённого заболевания остаются малоизучены.

Первая, наиболее заметная публикация, описывающая лонг-ковид, вышла ещё в начале пандемии, когда основное внимание медицинского сообщества было приковано к лечению и сдерживанию распространения COVID-19. Это сообщение было опубликовано в журнале, не имеющем отношения к медицине, «The Atlantic» 4 июня 2020 года. Автор Эд Йонг описал истории 9 пациентов, которые испытывали длительные симптомы, снижающие качество жизни, после перенесённой инфекции COVID-19.

К августу 2020 года эту статью прочитали онлайн более 1 млн человек, а затем Эд Йонг получил Пулитцеровскую премию за пояснительные репортажи и освещение пандемии COVID-19 [3]. Впервые пациентское сообщество самостоятельно обратило внимание на возникновение новой медицинской проблемы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СВЯЗАННАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Дополнительные трудности для исследования проблемы лонг-ковида вносит отсутствие единого термина для описания последствий перенесённой инфекции COVID-19, что препятствует качественному анализу информации, полученной разными исследовательскими группами.

Так, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) использует термин «состояние после COVID-19» и определяет его как состояние, возникающее у лиц с вероятной или подтверждённой инфекцией SARS-CoV-2 в анамнезе обычно через 3 месяца от начала заболевания COVID-19, с симптомами, которые длятся не менее 2 месяцев и не могут быть объяснены другими причинами [4].

Многие исследователи используют термин «стойкие симптомы или последствия COVID-19» и понимают под ним постоянные признаки и симптомы, которые продолжаются или развиваются после острого заболевания COVID-19 в течение любого периода [5, 6].

Пациентами-исследователями в марте 2020 года был предложен термин «лонг-ковид» («Long COVID»), который в широком смысле может включать в себя признаки, симптомы и последствия, которые продолжаются или развиваются после острой инфекции COVID-19 в течение любого периода, причём обычно они носят мультисистемный характер. Симптомы могут проявляться рецидивно-ремитирующим течением и прогрессированием или ухудшением со временем, с возможностью развития тяжёлых и опасных для жизни состояний даже через несколько месяцев или лет после заражения [7].

C. Fernández-de-Las-Peñas и соавт. [8] предложили классификацию для определения симптомов, характерных для лонг-ковида.

- *Переходная фаза*: симптомы, потенциально связанные с острым COVID-19 (сохраняются до 4–5 недель).
- *Фаза 1*: острые симптомы после COVID-19 (с 5-й по 12-ю неделю).
- *Фаза 2*: длительные симптомы после COVID-19 (с 12-й по 24-ю неделю).
- *Фаза 3*: стойкие симптомы после COVID-19 (длятся более 24 недель).

По мнению исследователей, симптомы, наблюдаемые на переходном этапе, следует с осторожностью интерпретировать как потенциально связанные с инфекцией COVID-19, прежде чем рассматривать их как симптомы лонг-ковида. Чтобы повысить специфичность определения симптомов лонг-ковида, перед постановкой диагноза следует сначала исключить потенциальные последствия, связанные с госпитализацией. После выписки последующие 4–5 недель предлагается использовать в качестве периода «очищения», чтобы лучше определить, действительно ли связаны симптомы с течением лонг-ковида [9].

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Ранние исследования показали, что приблизительно у 6,2–7,9% пациентов может развиться лонг-ковид [10], который характеризуется стойкими симптомами, длящимися в течение 3 месяцев и более после острого COVID-19 [11]. Даже пациенты с лёгкой формой COVID-19, которые получали лечение амбулаторно, имели риск возникновения длительных симптомов, в основном одышки при движении [12]. Согласно данным ВОЗ, не менее 10% случаев COVID-19 приведут к лонг-ковиду, независимо от тяжести течения первоначальной инфекции и потребности в госпитализации [13].

Не было получено доказательств связи между тяжестью течения инфекции в острый период и вероятностью возникновения поздних стойких симптомов лонг-ковида. Так, по данным двуцентрового проспективного исследования A. Dennis с соавт., 70% пациентов с низким риском смерти от COVID-19 имели нарушения в одной или более системе органов после перенесённой инфекции через 4 месяца и более, притом что в остром периоде заболевания госпитализация потребовалась только 19% пациентов [14].

В систематическом обзоре и метаанализе, проведённом одним из первых и включившем 57 исследований с участием 250 351 пациента, которые перенесли COVID-19 в период с декабря 2019 по март 2021 года, авторы представили частоту встречаемости различных симптомов

лонг-ковида [15]. Среди исследуемой популяции 79% пациентов в связи с тяжестью течения COVID-19 потребовалась госпитализация, и более половины из них испытывали симптомы лонг-ковида через 6 месяцев после выздоровления. Наиболее распространённые симптомы — снижение функциональной активности, трудности, связанные с дыханием, и расстройство психического здоровья. При обследовании у участников были выявлены сохраняющиеся изменения при визуализирующих исследованиях грудной клетки [62,2%, ДИ (45,8–76,5%)], трудности с концентрацией внимания [23,8%, ДИ (20,4–25,9%)], генерализованное тревожное расстройство [29,6%, ДИ (14,0–44,0%)], общие функциональные нарушения [44,0%, ДИ (23,4–62,6%)], а также усталость или мышечная слабость [37,5%, ДИ (25,4–54,5%)]. Другие часто регистрируемые симптомы включали сердечно-сосудистые, дерматологические, желудочно-кишечные нарушения, а также нарушения со стороны органов обоняния.

В дальнейшем особенностью исследований, связанных с лонг-ковидом, стало активное участие в них самих пациентов и применение дистанционных технологий сбора данных.

Так, например, по данным крупного популяционного исследования, проведённого Британским национальным бюро статистики [16], по состоянию на 06.11.2022 2,2 млн человек в Великобритании (3,4% населения) посредством мобильного приложения COVID Symptom Study самостоятельно сообщили о длительных симптомах, сохраняющихся более 4 недель после впервые перенесённой подтверждённой или подозреваемой инфекции COVID-19, которые не были объяснены другими причинами. Основными отмеченными симптомами были усталость, трудности с концентрацией внимания, одышка и боль в мышцах. Распространённость лонг-ковида оказалась наибольшей у женщин в возрасте от 35 до 69 лет, работающих в сфере социального обеспечения, и у тех, у кого есть ограничения в связи с состоянием здоровья или инвалидностью.

В дальнейшем ввиду того, что сообщаемые данные были крайне многочисленны, но разнородны, появилась необходимость в систематических обзорах и метаанализах, посвящённых поражению отдельных органов и систем.

Систематический обзор и метаанализ D.E. Freedberg и соавт., посвящённый желудочно-кишечным проявлениям острой инфекции COVID-19 и лонг-ковида, включил 50 исследований [17]. Частота возникновения симптомов со стороны желудочно-кишечного тракта составила 12% у пациентов с COVID-19 и 22% у пациентов с лонг-ковидом. Описаны следующие симптомы: потеря аппетита, извращение вкусового восприятия, диспепсия и синдром раздражённого кишечника. Авторы исследования высказывают предположение о том, что симптомы, связанные с желудочно-кишечным трактом, сочетаются с нарушениями психического здоровья, такими как тревога и депрессия, и должны рассматриваться в рамках модели биопсихосоциального заболевания.

В метаанализе R.T. Pinzon с соавт. [18], посвящённом неврологическим нарушениям при лонг-ковиде и включавшем 36 исследований и 9944 участника, «усталость» была наиболее частым симптомом лонг-ковида [52,8%, 95% ДИ (19,9–84,4%)], затем следовали когнитивные расстройства [35,4%, 95% ДИ (2,1–81,7%)], парестезии [33,3%, 95% ДИ (2,7–76,6%)], расстройство сна [32,9%, 95% ДИ (6,5–67,4%)], скелетно-мышечная боль [27,8%, 95% ДИ (12,7–46%)] и головокружение [26,4%, 95% ДИ (4,6–57,9%)]. Считается, что неврологические симптомы при лонг-ковиде могут быть связаны с прямым повреждением головного мозга вирусом SARS-CoV-2, так как регенерация нейронов занимает длительное время, что приводит к нарушению их функции, пролонгированному во времени. Другим возможным механизмом неврологических нарушений является изменение микробиома кишечника, который участвует в выработке, транспортировке и функционировании нейротрансмиттеров, с последующим нарушением регуляции оси микробиота–кишечник–мозг. Кроме того, симптомы лонг-ковида могут быть формой так называемого «болезненного поведения». «Болезненное поведение» — это форма универсального адаптивного ответа на инфекционные патогены, которая сохраняет энергию организма для повышения эффективности иммунной системы и включает в себя лихорадку, упадок сил и когнитивные нарушения [19].

ФАКТОРЫ РИСКА

Длительный COVID может развиться независимо от тяжести первичной инфекции, наличия или отсутствия госпитализации, возраста, существовавших осложнений [20]. В нескольких работах было продемонстрировано отсутствие связи между тяжестью течения острого COVID-19 и вероятностью возникновения лонг-ковида и выраженности симптомов [21–25]. Однако существуют исследования, которые доказывают, что пациенты, перенесшие COVID-19 в тяжёлой форме и нуждающиеся в искусственной вентиляции лёгких, госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) или длительной госпитализации, с большей вероятностью страдают от симптомов лонг-ковида [26–28]. В исследовании M. Taboada с соавт. [26] значительное количество пациентов, находившихся в ОРИТ, сообщали о субъективном ухудшении их функционального статуса по сравнению с пациентами, которым не требовалось лечение в ОРИТ (81,3% против 40,4%, p <0,001). Ограничения в повседневной жизни (2–4 балла по шкале PCSF — The Post-COVID Functional Status) отмечались у 56,4% пациентов в ОРИТ по сравнению с 17,9% у пациентов, не находящихся в ОРИТ (p <0,001) [26]. Сообщается, что стойкие симптомы более распространены у женщин [27–29], а также риск их развития линейно связан с возрастом. Дополнительными факторами риска являются курение, ожирение, различные осложнения, а также респираторные и психические заболевания [30].

В исследовании, проведённом M. Antonelli и соавт. [31], оценивали распространённость и риск развития лонг-ковида в зависимости от циркулирующего штамма. Исследователи использовали данные, собранные у пользователей мобильного приложения COVID Symptom Study app, где пациенты сообщали о своих симптомах в течение острого периода и состоянии после перенесённого COVID-19.

В данном исследовании, проведённом по типу случай–контроль, вошли 97 364 пациента, критериями включения стали положительный ПЦР или быстрый антиген-тест на SARS-CoV-2 после проведения вакцинации, вход в приложение как минимум раз в неделю на протяжении не менее 28 дней после положительного теста на SARS-CoV-2 и отсутствие ранее перенесённой инфекции COVID-19 до вакцинации.

В первую выборку вошли 56 003 пациента, у которых положительный результат теста на SARS-CoV-2 был в период с 20.12.2021 по 09.03.2022. Эти случаи были отнесены к варианту Омикрон, так как в Великобритании более 70% случаев COVID-19 в это время были вызваны данным вариантом. Вторая выборка включала 41 361 пациента, у которых был положительный тест на SARS-CoV-2 в период с 01.06.2021 по 27.11.2021, когда циркулировал штамм Дельта.

Среди случаев пациентов из выборки, инфицированных, предположительно, штаммом Омикрон, 2501 пациент (4,5%) сообщил о симптомах лонг-ковида, а из выборки, связанной со штаммом Дельта, — 4469 (10,8%). Чтобы оценить значимость циркулировавшего штамма при возникновении лонг-ковида, авторы применили модель логистической регрессии, которая также учитывала и другие возможные факторы риска возникновения лонг-ковида: пол, возраст, индекс массы тела, социальный статус (шкала от 1 до 10), вакцинальный статус (1, 2 или 3 дозы), наличие сопутствующей патологии. Вероятность лонг-ковида, связанного со штаммом Омикрон, по сравнению с Дельта-вариантом составила 0,24–0,50, также значимыми оказались возраст и время, прошедшее с момента вакцинации.

БИОМАРКЕРЫ ЛОНГ-КОВИДА

Поиск биомаркеров лонг-ковида необходим для того, чтобы его своевременно диагностировать и лечить. Существует множество гипотез патогенеза лонг-ковида, включая персистенцию вируса SARS-CoV-2 или его обломков, активацию аутоиммунных процессов, нарушение микробиома кишечника, реактивацию других латентных вирусов в организме и необратимых повреждений тканей вследствие воспаления.

В статье J. Klein и соавт. [32], которая посвящена определению диагностических критериев лонг-ковида с помощью формирования иммунного профиля пациентов, кроме изменений в различных группах популяций лимфоцитов было выявлено снижение кортизола из двух локусов, даже после поправок на демографические особенности и время сбора образцов. Оказалось, что в исследуемой группе пациентов с симптомами лонг-ковида при снижении кортизола не произошло компенсаторного повышения уровня адренокортикотропного гормона (АКТГ). Это позволило предположить, что реакция гипоталамо-гипофизарной оси на регулирование кортизола может быть снижена. Поскольку кортизол играет центральную роль в ряде гомеостатических реакций и реакции на стресс, полученные данные требуют дальнейшего изучения. Важно отметить, что АКТГ имеет чрезвычайно короткий период полураспада в плазме, что может затруднить точное выявление изменений. Дальнейшие исследования должны подтвердить эти предварительные выводы. Это исследование также показало, что у людей с лонг-ковидом наблюдается повышенный ответ антител против вирусных антигенов, не относящихся к SARS-CoV-2, особенно к антигенам вируса Эпштейна–Барр (EBV).

По данным Y. Su и соавт. [33], EBV-виремия, возникающая во время острого течения COVID-19 у госпитализированных пациентов, является предиктором развития стойких симптомов в постинфекционном периоде. Наблюдение повышенного уровня IgG против антигенов EBV позволяет предположить, что недавняя реактивация латентных герпесвирусов (EBV, вирус ветряной оспы) может быть общей чертой лонг-ковида.

По данным систематического обзора Y.-J. Lai и соавт. [34], включившего 28 исследований, было выявлено 113 биомаркеров, значимо связанных с длительным течением COVID, которые авторы разделили на 6 групп: 1) цитокины / хемокины (38, или 33,6%); 2) биохимические маркеры (24, или 21,2%); 3) сосудистые маркеры (20, или 17,7%); 4) неврологические маркеры (6, или 5,3%); 5) белки острой фазы (5, или 4,4%); 6) другие (20, или 17,7%).

Для анализа были взяты маркеры, которые, предположительно, связаны с лёгочными, неврологическими и множественными симптомами.

У пациентов с неврологическими симптомами лонг-ковида были повышены уровни нейрофиламентов (NFL) и глиального фибриллярного кислого белка (GFAP) в сыворотке крови. Это скелетные белки, которые поддерживают стабильность аксонов нейронов и астроцитов, и определение их в крови пациентов может служить биомаркерами, связанными с дегенерацией и повреждением нейронов. У пациентов с длительным течением COVID и повышенным уровнем NFL и GFAP в сыворотке крови выявлено усиление головных болей и постоянная нейропатическая боль. Более того, M.J. Peluso с соавт. [35] сообщили, что уровни NFL и GFAP в сыворотке крови у пациентов с острым COVID-19 имеют положительную корреляцию с уровнями интерлекина 6 (IL-6), фактора некроза опухоли альфа (TNF-α) и CCL2, что, возможно, активирует иммунные клетки и индуцирует нейровоспаление. Этот косвенный механизм демонстрирует, что провоспалительные

цитокины / хемокины могут усугублять существенное повреждение нейронов.

Однако авторы предостерегают, что в каждом индивидуальном случае следует учитывать историю болезни конкретного пациента, поскольку, например, NFL может служить маркером не только неврологических проявлений лонг-ковида, но и нейродегенерации в целом, повышаться при дебюте болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона и др. [34, 35].

Лёгочный фиброз — одно из осложнений тяжёлых случаев COVID-19. У пациентов с лонг-ковидом с лёгочными симптомами были выявлены повышенные уровни IL-6, СРБ и TGF-β. В то же время СРБ и IL-6 были хорошо известны и ранее при изучении COVID-19, поэтому внимание исследователей привлёк TGF-β [36].

TGF-β — многофункциональный цитокин, который играет решающую роль в восстановлении тканей после повреждения. При лёгочной вирусной инфекции повреждение эпителиальных клеток может вызвать активацию макрофагов M2 для секреции TGF-β, стимулируя пролиферацию фибробластов и синтез коллагена и приводя к фиброзу [37, 38]. Недавно X. Zhou с соавт. продемонстрировали, что пирфенидон, одобренный Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA), — препарат, нацеленный на TGF-β / коллаген, — ослабляет проявления лёгочного фиброза после COVID-19 [39]. Следовательно, комбинированная терапия, направленная на противовоспалительные (например, блокады IL-6) [40] и антифиброзные пути (например, пирфенидон) [39], может быть потенциальной терапевтической стратегией при длительном течении COVID с лёгочным фиброзом.

ПРОГНОЗ

Исследование результатов лечения пациентов в Китае, которым потребовалась госпитализация в связи с COVID-19, показало, что даже через 2 года после выписки из больницы у 55% пациентов (650 / 1190) сохранялись симптомы острого периода заболевания [41].

В исследовании, проведённом в Швейцарии [42], выявлено, что усталость, боль и нарушения режима сна и бодрствования при лонг-ковиде оказали влияние на качество жизни и трудоспособность большинства пациентов и значительно уменьшались в течение 12 месяцев. Стало известно, что к 7 месяцам многие пациенты еще не восстановились (в основном сохранялись системные и неврологические / когнитивные симптомы) и они не вернулись к прежнему уровню работоспособности и продолжали испытывать значительное влияние симптомов.

Анализ двухлетнего ретроспективного когортного исследования лиц с диагнозом COVID-19 показал, что повышенная частота расстройств настроения и тревожности была преходящей, а повышенный риск психических расстройств, когнитивного дефицита и деменции сохранялся на протяжении всего срока наблюдения [43].

В систематическом обзоре и метаанализе нарушений функции лёгких и компьютерной томографии грудной клетки через 6–12 месяцев после выздоровления от COVID-19 продемонстрировано, что распространённость осложнений не уменьшалась через 1 год после первоначального заражения [44].

ПЕРСПЕКТИВЫ

Согласно исследованиям, штамм Омикрон и его квазивиды вызывают менее тяжёлое течение COVID-19, чем предыдущие варианты, что снижает вероятность возникновения лонг-ковида [45]. Данные этого метаанализа показали, что люди, которые были вакцинированы, но заболели COVID-19, с меньшей вероятностью сообщают о симптомах лонг-ковида по сравнению с непривитыми. Следовательно, стратегия предотвращения затяжного COVID-19 в настоящее время представляется как своевременная организация профилактики инфекции на основе вакцинации.

Вакцинация, своевременная диагностика и лечение для снижения тяжести заболевания COVID-19 в случае заражения также потенциально могут уменьшать риск осложнений.

В настоящее время лонг-ковид остаётся серьёзной проблемой для некоторых пациентов. При исключении других возможных причин, не связанных с лонг-ковидом, симптоматическая и поддерживающая терапия для облегчения симптомов по-прежнему является основным методом лечения. В связи с этим крупномасштабные, хорошо продуманные исследования и междисциплинарные подходы необходимы для понимания медицинских и социальных последствий этих стойких симптомов, для оказания поддержки пациентам, живущим с долгосрочными последствиями COVID-19, и для разработки целенаправленных методов лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: В.П. Чуланов и А.Н. Герасимов — разработка плана литературного обзора; А.Э. Цыганкова и О.В. Дарвина — подбор и анализ литературных источников, написание статьи; В.А. Малов и Е.В. Волчкова — вычитывание статьи, правки, одобрение финальной версии рукописи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. V.P. Chulanov and A.N. Gerasimov — development of a plan for a literature review; A.E. Tsygankova and O.V. Darvina — selection and analysis of literary sources, writing the article; V.A. Malov and E.V. Volchkova — proofreading the article, editing, approving the final version of the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mathieu E., Ritchie H., Rodés-Guirao L., et al. Coronavirus pandemic (COVID-19) // Our World in Data [Internet]. 2020. Режим доступа: https://ourworldindata.org/coronavirus#coronavirus-country-profiles.

2. Еженедельный бюллетень по гриппу [интернет] [дата обращения: 16.10.2023]. Режим доступа: https://www.influenza.spb.ru/system/epidemic_situation/laboratory_diagnostics/.

3. Yong E. COVID-19 Can last for several months // The Atlantic [Internet]. Режим доступа: https://www.theatlantic.com/health/archive/2020/06/covid-19-coronavirus-longterm-symptoms-months/612679/.

4. Soriano J.B., Murthy S., Marshall J.C., Relan P., Diaz J.V.; WHO Clinical Case Definition Working Group on Post-COVID-19 Condition. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus // The Lancet. Infectious Diseases. 2022. Vol. 22, N 4. P. e102–e107. doi: 10.1016/S1473-3099(21)00703-9

5. Callard F., Perego E. How and why patients made Long Covid // Social Science & Medicine. 2021. Vol. 268. C. 113426. doi: 10.1016/j.socscimed.2020.113426

6. Michelen M., Manoharan L., Elkheir N., et al. Characterising long COVID: a living systematic review // BMJ Global Health. 2021. Vol. 6, N 9. C. e005427. doi: 10.1136/bmjgh-2021-005427

7. Behnood S.A., Shafran R., Bennett S.D., et al. Persistent symptoms following SARS-CoV-2 infection amongst children and young people: A meta-analysis of controlled and uncontrolled studies // Journal of Infection. 2022. Vol. 84, N 2. P. 158–170. doi: 10.1016/j.jinf.2021.11.011

8. Fernández-de-Las-Peñas C., Palacios-Ceña D., Gómez-Mayordomo V., Cuadrado M.L., Florencio L.L. Defining Post-COVID Symptoms (Post-Acute COVID, Long COVID, Persistent Post-COVID): An Integrative Classification // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, N 5. P. 2621. doi: 10.3390/ijerph18052621

9. Fernández-de-Las-Peñas C. Long COVID: current definition // Infection. 2022. Vol. 50, N 1. P. 285–286. doi: 10.1007/s15010-021-01696-5

10. Boscolo-Rizzo P., Borsetto D., Fabbris C., et al. Evolution of Altered Sense of Smell or Taste in Patients With Mildly Symptomatic COVID-19 // JAMA Otolaryngology — Head & Neck Surgery. 2020. Vol. 146, N 8. P. 729–732. doi: 10.1001/jamaoto.2020.1379

11. Lopez-Leon S., Wegman-Ostrosky T., Perelman C., et al. More than 50 Long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis // medRxiv. 2021. doi: 10.1101/2021.01.27.21250617

12. Blomberg B., Mohn K.G., Brokstad K.A., et al. Long COVID in a prospective cohort of home-isolated patients // Nature Medicine. 2021. Vol. 27, N 9. P. 1607–1613. doi: 10.1038/s41591-021-01433-3

13. Mullard A. Long COVID's long R&D agenda // Nature Reviews. Drug Discovery. 2021. Vol. 20, N 5. C. 329–331. doi: 10.1038/d41573-021-00069-9

14. Dennis A., Wamil M., Alberts J., et al. Multiorgan impairment in low-risk individuals with post-COVID-19 syndrome: a prospective, community-based study // BMJ open. 2021. Vol. 11, N 3. P. e048391. doi: 10.1136/bmjopen-2020-048391

15. Groff D., Sun A., Ssentongo A.E., et al. Short-term and Long-term Rates of Postacute Sequelae of SARS-CoV-2 Infection: A Systematic Review // JAMA network open. 2021. Vol. 4, N 10. P. e2128568. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.28568

16. Prevalence of ongoing symptoms following coronavirus (COVID-19) infection in the UK — Office for National Statistics [Internet]. Режим доступа: https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/conditionsanddiseases/bulletins/prevalenceofongoingsymptomsfollowingcoronaviruscovid19infectionintheuk/2february2023.

17. Freedberg D.E., Chang L. Gastrointestinal symptoms in COVID-19: the long and the short of it // Current Opinion in Gastroenterology. 2022. Vol. 38, N 6. P. 555–561. doi: 10.1097/MOG.0000000000000876

18. Pinzon R.T., Wijaya V.O., Jody A.A., Nunsio P.N., Buana R.B. Persistent neurological manifestations in long COVID-19 syndrome: A systematic review and meta-analysis // Journal of Infection and Public Health. 2022. Vol. 15, N 8. P. 856–869. doi: 10.1016/j.jiph.2022.06.013

19. Bouayed J., Bohn T. Adapted sickness behavior — Why it is not enough to limit the COVID-19 spread? // Brain, Behavior, and Immunity. 2021. Vol. 93. P. 4–5. doi: 10.1016/j.bbi.2020.12.028

20. Daitch V., Yelin D., Awwad M., et al. Characteristics of long-COVID among older adults: a cross-sectional study // International journal of infectious diseases. 2022. Vol. 125. P. 287–293. doi: 10.1016/j.ijid.2022.09.035

21. Lu Y., Li X., Geng D., et al. Cerebral Micro-Structural Changes in COVID-19 Patients — An MRI-based 3-month Follow-up Study // EClinicalMedicine. 2020. Vol. 25. P. 100484. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100484

22. Miyazato Y., Morioka S., Tsuzuki S., et al. Prolonged and Late-Onset Symptoms of Coronavirus Disease 2019 // Open Forum Infectious Diseases. 2020. Vol. 7, N 11. P. ofaa507. doi: 10.1093/ofid/ofaa507

23. Townsend L., Dyer A.H., Jones K., et al. Persistent fatigue following SARS-CoV-2 infection is common and independent of severity of initial infection // PloS One. 2020. Vol. 15, N 11. P. e0240784. doi: 10.1371/journal.pone.0240784

24. Van den Borst B., Peters J.B., Brink M., et al. Comprehensive Health Assessment 3 Months After Recovery From Acute Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) // Clinical Infectious Diseases. 2021. Vol. 73, N 5. P. e1089–e1098. doi: 10.1093/cid/ciaa1750

25. Poyraz B.Ç., Poyraz C.A., Olgun Y., et al. Psychiatric morbidity and protracted symptoms after COVID-19 // Psychiatry Research. 2021. Vol. 295. P. 113604. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113604

26. Taboada M., Cariñena A., Moreno E., et al. Post-COVID-19 functional status six-months after hospitalization // The Journal of Infection. 2021. Vol. 82, N 4. P. e31–e33. doi: 10.1016/j.jinf.2020.12.022

27. Raman B., Cassar M.P., Tunnicliffe E.M., et al. Medium-term effects of SARS-CoV-2 infection on multiple vital organs, exercise capacity, cognition, quality of life and mental health, post-hospital discharge // EClinicalMedicine. 2021. Vol. 31. P. 100683. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100683

28. Halpin S.J., McIvor C., Whyatt G., et al. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: A cross-sectional evaluation // Journal of Medical Virology. 2021. Vol. 93, N 2. P. 1013–1022. doi: 10.1002/jmv.26368

29. Whitaker M., Elliott J., Chadeau-Hyam M., et al. Persistent COVID-19 symptoms in a community study of 606,434 people in England // Nature Communications. 2022. Vol. 13, N 1. P. 1957. doi: 10.1038/s41467-022-29521-z

30. Ganesh R., Grach S.L., Ghosh A.K., et al. The Female-Predominant Persistent Immune Dysregulation of the Post-COVID Syndrome // Mayo Clinic Proceedings. 2022. Vol. 97, N 3. C. 454–464. doi: 10.1016/j.mayocp.2021.11.033

31. Antonelli M., Pujol J.C., Spector T.D., Ourselin S., Steves C.J. Risk of long COVID associated with delta versus omicron variants of SARS-CoV-2 // The Lancet. 2022. Vol. 399, N 10343. P. 2263–2264. doi: 10.1016/S0140-6736(22)00941-2

32. Klein J., Wood J., Jaycox J., et al. Distinguishing features of Long COVID identified through immune profiling // medRxiv. 2022. doi: 10.1101/2022.08.09.22278592

33. Su Y., Yuan D., Chen D.G., et al. Multiple early factors anticipate post-acute COVID-19 sequelae // Cell. 2022. Vol. 185, N 5. P. 881–895.e20. doi: 10.1016/j.cell.2022.01.014

34. Lai Y.-J., Liu S.-H., Manachevakul S., et al. Biomarkers in long COVID-19: A systematic review // Frontiers in Medicine. 2023. Vol. 10. P. 1085988. doi: 10.3389/fmed.2023.1085988

35. Peluso M.J., Lu S., Tang A.F., et al. Markers of Immune Activation and Inflammation in Individuals With Postacute Sequelae of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Infection // The Journal of Infectious Diseases. 2021. Vol. 224, N 11. P. 1839–1848. doi: 10.1093/infdis/jiab490

36. Polak S.B., Van Gool I.C., Cohen D., Von der Thüsen J.H., Van Paassen J. A systematic review of pathological findings in COVID-19: a pathophysiological timeline and possible mechanisms of disease progression // Modern Pathology. 2020. Vol. 33, N 11. P. 2128–2138. doi: 10.1038/s41379-020-0603-3

37. Colarusso C., Maglio A., Terlizzi M., et al. Post-COVID-19 Patients Who Develop Lung Fibrotic-like Changes Have Lower Circulating Levels of IFN-β but Higher Levels of IL-1α and TGF-β // Biomedicines. 2021. Vol. 9, N 12. P. 1931. doi: 10.3390/biomedicines9121931

38. Huang X., Xiu H., Zhang S., Zhang G. The Role of Macrophages in the Pathogenesis of ALI/ARDS // Mediators of Inflammation. 2018. Vol. 2018. P. 1264913. doi: 10.1155/2018/1264913

39. Zhou X., Yang D., Kong X., et al. Case Report: Pirfenidone in the Treatment of Post-COVID-19 Pulmonary Fibrosis // Frontiers in Medicine. 2022. Vol. 9. P. 925703. doi: 10.3389/fmed.2022.925703

40. Menzella F., Fontana M., Salvarani C., et al. Efficacy of tocilizumab in patients with COVID-19 ARDS undergoing noninvasive ventilation // Critical Care. 2020. Vol. 24, N 1. P. 589. doi: 10.1186/s13054-020-03306-6

41. Huang L., Li X., Gu X., et al. Health outcomes in people 2 years after surviving hospitalisation with COVID-19: a longitudinal cohort study // The Lancet Respiratory Medicine. 2022. Vol. 10, N 9. P. 863–876. doi: 10.1016/S2213-2600(22)00126-6

42. Diem L., Schwarzwald A., Friedli C., et al. Multidimensional phenotyping of the post-COVID-19 syndrome: A Swiss survey study // CNS neuroscience & therapeutics. 2022. Vol. 28, N 12. P. 1953–1963. doi: 10.1111/cns.13938

43. Taquet M., Sillett R., Zhu L., et al. Neurological and psychiatric risk trajectories after SARS-CoV-2 infection: an analysis of 2-year retrospective cohort studies including 1 284 437 patients // The Lancet. Psychiatry. 2022. Vol. 9, N 10. P. 815–827. doi: 10.1016/S2215-0366(22)00260-7

44. Lee J.H., Yim J.-J., Park J. Pulmonary function and chest computed tomography abnormalities 6-12 months after recovery from COVID-19: a systematic review and meta-analysis // Respiratory Research. 2022. Vol. 23, N 1. P. 233. doi: 10.1186/s12931-022-02163-x

45. Antonelli M., Pujol J.C., Spector T.D., Ourselin S., Steves C.J. Risk of long COVID associated with delta versus omicron variants of SARS-CoV-2 // The Lancet. 2022. Vol. 399, N 10343. P. 2263–2264. doi: 10.1016/S0140-6736(22)00941-2

REFERENCES

1. Mathieu E, Ritchie H, Rodés-Guirao L, et al. Coronavirus Pandemic (COVID-19). *Our World in Data.* 2020. Available at: https://ourworldindata.org/coronavirus#coronavirus-country-profiles

2. *Ezhenedel'nyi byulleten' po grippu* [Internet] [cited 2023 Oct 16]. (In Russ). Available at: https://www.influenza.spb.ru/system/epidemic_situation/laboratory_diagnostics/.

3. Yong E. COVID-19 Can Last for Several Months. *The Atlantic* [Internet]. Available at: https://www.theatlantic.com/health/archive/2020/06/covid-19-coronavirus-longterm-symptoms-months/612679/.

4. Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, Relan P, Diaz JV; WHO Clinical Case Definition Working Group on Post-COVID-19 Condition. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. *The Lancet. Infectious Diseases.* 2022;22(4):e102-e107. doi: 10.1016/S1473-3099(21)00703-9

5. Callard F, Perego E. How and why patients made Long Covid. *Social Science & Medicine.* 2021;268:113426. doi: 10.1016/j.socscimed.2020.113426

6. Michelen M, Manoharan L, Elkheir N, et al. Characterising long COVID: a living systematic review. *BMJ Global Health*. 2021;6(9):e005427. doi: 10.1136/bmjgh-2021-005427

7. Behnood SA, Shafran R, Bennett SD, et al. Persistent symptoms following SARS-CoV-2 infection amongst children and young people: A meta-analysis of controlled and uncontrolled studies. *Journal of Infection*. 2022;84(2):158–170. doi: 10.1016/j.jinf.2021.11.011

8. Fernández-de-Las-Peñas C, Palacios-Ceña D, Gómez-Mayordomo V, Cuadrado ML, Florencio LL. Defining Post-COVID Symptoms (Post-Acute COVID, Long COVID, Persistent Post-

COVID): An Integrative Classification. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021;18(5):2621. doi: 10.3390/ijerph18052621

9. Fernández-de-Las-Peñas C. Long COVID: current definition. *Infection.* 2022;50(1):285–286. doi: 10.1007/s15010-021-01696-5

10. Boscolo-Rizzo P, Borsetto D, Fabbris C, et al. Evolution of altered sense of smell or taste in patients with mildly symptomatic COVID-19. JAMA Otolaryngology — Head & Neck Surgery. 2020;146(8):729–732. doi: 10.1001/jamaoto.2020.1379

11. Lopez-Leon S, Wegman-Ostrosky T, Perelman C, et al. More than 50 Long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *medRxiv*. 2021. doi: 10.1101/2021.01.27.21250617

12. Blomberg B, Mohn KG, Brokstad KA, et al. Long COVID in a prospective cohort of home-isolated patients. *Nature Medicine.* 2021;27(9):1607-1613. doi: 10.1038/s41591-021-01433-3

13. Mullard A. Long COVID's long R&D agenda. *Nature Reviews. Drug Discovery*. 2021;20(5):329–331. doi: 10.1038/d41573-021-00069-9

14. Dennis A, Wamil M, Alberts J, et al. Multiorgan impairment in low-risk individuals with post-COVID-19 syndrome: a prospective, community-based study. *BMJ Open*. 2021;11(3):e048391. doi: 10.1136/bmjopen-2020-048391

15. Groff D, Sun A, Ssentongo AE, et al. Short-term and Long-term Rates of Postacute Sequelae of SARS-CoV-2 Infection: A Systematic Review. *JAMA network open.* 2021;4(10):e2128568. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.28568

16. *Prevalence of ongoing symptoms following coronavirus (COVID-19) infection in the UK — Office for National Statistics* [Internet]. Available at: https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/conditionsanddiseases/bulletins/prevalenceofongoingsymptomsfollowingcoronaviruscovid19infectionintheuk/2february2023.

17. Freedberg DE, Chang L. Gastrointestinal symptoms in COVID-19: the long and the short of it. *Current Opinion in Gastroenterology.* 2022;38(6):555–561. doi: 10.1097/MOG.0000000000000876

18. Pinzon RT, Wijaya VO, Jody AA, Nunsio PN, Buana RB. Persistent neurological manifestations in long COVID-19 syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection and Public Health.* 2022;15(8):856–869. doi: 10.1016/j.jiph.2022.06.013

19. Bouayed J, Bohn T. Adapted sickness behavior — Why it is not enough to limit the COVID-19 spread? *Brain, Behavior, and Immunity*. 2021;93:4–5. doi: 10.1016/j.bbi.2020.12.028

20. Daitch V, Yelin D, Awwad M, et al. Characteristics of long-COVID among older adults: a cross-sectional study. *International journal of infectious diseases.* 2022;125:287–293. doi: 10.1016/j.ijid.2022.09.035

21. Lu Y, Li X, Geng D, et al. Cerebral Micro-Structural Changes in COVID-19 Patients — An MRI-based 3-month Follow-up Study. *EClinicalMedicine*. 2020;25:100484. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100484

22. Miyazato Y, Morioka S, Tsuzuki S, et al. Prolonged and Late-Onset Symptoms of Coronavirus Disease 2019. *Open Forum Infectious Diseases.* 2020;7(11):ofaa507. doi: 10.1093/ofid/ofaa507

23. Townsend L, Dyer AH, Jones K, et al. Persistent fatigue following SARS-CoV-2 infection is common and independent of severity of initial infection. *PLoS One*. 2020;15(11):e0240784. doi: 10.1371/journal.pone.0240784

24. Van den Borst B, Peters JB, Brink M, et al. Comprehensive Health Assessment 3 Months After Recovery From Acute Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clinical Infectious Diseases.* 2021;73(5):e1089–e1098. doi: 10.1093/cid/ciaa1750

25. Poyraz BÇ, Poyraz CA, Olgun Y, et al. Psychiatric morbidity and protracted symptoms after COVID-19. *Psychiatry research*. 2021;295: 113604. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113604

26. Taboada M., Cariñena A., Moreno E., et al. Post-COVID-19 functional status six-months after hospitalization // The Journal of Infection. 2021. Vol. 82, N 4. P. e31–e33. doi: 10.1016/j.jinf.2020.12.022

27. Raman B., Cassar M.P., Tunnicliffe E.M., et al. Medium-term effects of SARS-CoV-2 infection on multiple vital organs, exercise capacity, cognition, quality of life and mental health, post-hospital discharge // EClinicalMedicine. 2021. Vol. 31. P. 100683. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100683

28. Halpin S.J., McIvor C., Whyatt G., et al. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: A cross-sectional evaluation // Journal of Medical Virology. 2021. Vol. 93, N 2. P. 1013–1022. doi: 10.1002/jmv.26368

29. Whitaker M., Elliott J., Chadeau-Hyam M., et al. Persistent COVID-19 symptoms in a community study of 606,434 people in England // Nature Communications. 2022. Vol. 13, N 1. P. 1957. doi: 10.1038/s41467-022-29521-z

30. Ganesh R., Grach S.L., Ghosh A.K., et al. The Female-Predominant Persistent Immune Dysregulation of the Post-COVID Syndrome // Mayo Clinic Proceedings. 2022. Vol. 97, N 3. C. 454–464. doi: 10.1016/j.mayocp.2021.11.033

31. Antonelli M., Pujol J.C., Spector T.D., Ourselin S., Steves C.J. Risk of long COVID associated with delta versus omicron variants of SARS-CoV-2 // The Lancet. 2022. Vol. 399, N 10343. P. 2263–2264. doi: 10.1016/S0140-6736(22)00941-2

32. Klein J, Wood J, Jaycox J, et al. Distinguishing features of Long COVID identified through immune profiling. Preprint. *medRxiv*. 2022. doi: 10.1101/2022.08.09.22278592

33. Su Y, Yuan D, Chen DG, et al. Multiple early factors anticipate post-acute COVID-19 sequelae. *Cell*. 2022;185(5):881–895.e20. doi: 10.1016/j.cell.2022.01.014

34. Lai Y-J, Liu S-H, Manachevakul S, et al. Biomarkers in long COVID-19: A systematic review. *Frontiers in Medicine.* 2023; 10:1085988. doi: 10.3389/fmed.2023.1085988

35. Peluso MJ, Lu S, Tang AF, et al. Markers of Immune Activation and Inflammation in Individuals With Postacute Sequelae of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Infection. *The Journal of Infectious Diseases.* 2021;224(11):1839–1848. doi: 10.1093/infdis/jiab490

36. Polak SB, Van Gool IC, Cohen D, Von der Thüsen JH, Van Paassen J. A systematic review of pathological findings in COVID-19: a pathophysiological timeline and possible mechanisms of disease progression. *Modern Pathology.* 2020;33(11):2128–2138. doi: 10.1038/s41379-020-0603-3

37. Colarusso C, Maglio A, Terlizzi M, et al. Post-COVID-19 Patients Who Develop Lung Fibrotic-like Changes Have Lower Circulating Levels of IFN-β but Higher Levels of IL-1α and TGF-β. *Biomedicines*. 2021;9(12):1931. doi: 10.3390/biomedicines9121931

38. Huang X, Xiu H, Zhang S, Zhang G. The Role of Macrophages in the Pathogenesis of ALI/ARDS. *Mediators of Inflammation.* 2018;2018:1264913. doi: 10.1155/2018/1264913

39. Zhou X, Yang D, Kong X, et al. Case Report: Pirfenidone in the Treatment of Post-COVID-19 Pulmonary Fibrosis. *Frontiers in Medicine.* 2022;9:925703. doi: 10.3389/fmed.2022.925703

40. Menzella F, Fontana M, Salvarani C, et al. Efficacy of tocilizumab in patients with COVID-19 ARDS undergoing noninvasive ventilation. *Critical Care.* 2020;24(1):589. doi: 10.1186/s13054-020-03306-6

41. Huang L, Li X, Gu X, et al. Health outcomes in people 2 years after surviving hospitalisation with COVID-19: a longitudinal cohort study. *The Lancet Respiratory Medicine.* 2022;10(9):863–876. doi: 10.1016/S2213-2600(22)00126-6
42. Diem L, Schwarzwald A, Friedli C, et al. Multidimensional phenotyping of the post-COVID-19 syndrome: a Swiss survey study. *CNS neuroscience & therapeutics.* 2022;28(12):1953–1963. doi: 10.1111/cns.13938
43. Taquet M, Sillett R, Zhu L, et al. Neurological and psychiatric risk trajectories after SARS-CoV-2 infection: an analysis of 2-year retrospective cohort studies including 1 284 437 patients. *The Lancet. Psychiatry.* 2022;9(10):815–827. doi: 10.1016/S2215-0366(22)00260-7
44. Lee JH, Yim J-J, Park J. Pulmonary function and chest computed tomography abnormalities 6-12 months after recovery from COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Respiratory Research.* 2022;23(1):233. doi: 10.1186/s12931-022-02163-x
45. Antonelli M, Pujol JC, Spector TD, Ourselin S, Steves CJ. Risk of long COVID associated with delta versus omicron variants of SARS-CoV-2. *The Lancet.* 2022;399(10343):2263–2264. doi: 10.1016/S0140-6736(22)00941-2

ОБ АВТОРАХ

*** Цыганкова Анна Эдуардовна**;
адрес: Россия, 105187, Москва, ул. Вольная, д. 28/4, к. 1;
ORCID: 0000-0003-3766-1868;
eLibrary SPIN: 6583-0476;
e-mail: anna.tsygankova.inf@gmail.com

Герасимов Андрей Николаевич, д.ф.-м.н., доцент;
ORCID: 0000-0003-4549-7172;
eLibrary SPIN: 4742-1459;
e-mail: andr-gerasim@yandex.ru

Малов Валерий Анатольевич, д.м.н., профессор;
ORCID: 0000-0002-6157-1654;
eLibrary SPIN: 4790-8986;
e-mail: valmalov@list.ru

Дарвина Ольга Валерьевна, к.м.н.;
ORCID: 0000-0001-8496-3987;
eLibrary SPIN: 1561-9961;
e-mail: oldarmir@mail.ru

Волчкова Елена Васильевна, д.м.н., профессор;
ORCID: 0000-0003-4581-4510;
eLibrary SPIN: 3342-4681;
e-mail: antononina@rambler.ru

Чуланов Владимир Петрович, д.м.н., профессор;
ORCID: 0000-0001-6303-9293;
eLibrary SPIN: 2336-4545;
e-mail: vladimir.chulanov@rcvh.ru

AUTHORS' INFO

*** Anna E. Tsygankova**, MD;
address: 28/4-1 Volnaya street, 105187 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-3766-1868;
eLibrary SPIN: 6583-0476;
e-mail: anna.tsygankova.inf@gmail.com

Andrey N. Gerasimov, MD, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor;
ORCID: 0000-0003-4549-7172;
eLibrary SPIN: 4742-1459;
e-mail: andr-gerasim@yandex.ru

Valerii A. Malov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0002-6157-1654;
eLibrary SPIN: 4790-8986;
e-mail: valmalov@list.ru

Olga V. Darvina, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0001-8496-3987;
eLibrary SPIN: 1561-9961;
e-mail: oldarmir@mail.ru

Elena V. Volchkova, MD, Dr. Sci (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0003-4581-4510;
eLibrary SPIN: 3342-4681;
e-mail: antononina@rambler.ru

Vladimir P. Chulanov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0001-6303-9293;
eLibrary SPIN: 2336-4545;
e-mail: vladimir.chulanov@rcvh.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author