



УДК: 159.9

<https://www.doi.org/10.33910/2687-0223-2022-4-2-134-141>

## Кратковременные и долговременные последствия коронавирусной инфекции для организма (обзор)

Н. А. Соболева<sup>✉1</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,  
191186, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48.

### Сведения об авторах

Соболева Нина Александровна,  
ORCID: 0000-0003-1221-1449,  
e-mail: [nina-soboleva@mail.ru](mailto:nina-soboleva@mail.ru)

### Для цитирования:

Соболева, Н. А.  
(2022) Кратковременные  
и долговременные последствия  
коронавирусной инфекции для  
организма (обзор). *Комплексные  
исследования детства*, т. 4, № 2,  
с. 134–141.  
[https://doi.org/10.33910/2687-0223-  
2022-4-2-134-141](https://doi.org/10.33910/2687-0223-2022-4-2-134-141)

**Получена** 29 марта 2022; прошла  
рецензирование 4 апреля 2022;  
принята 5 апреля 2022.

**Финансирование:** Исследование  
не имело финансовой поддержки.

**Права:** © Н. А. Соболева (2022).  
Опубликовано Российским  
государственным педагогическим  
университетом им. А. И. Герцена.  
Открытый доступ на условиях  
лицензии CC BY-NC 4.0.

**Аннотация.** На сегодняшний день по данным COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University, в мире зарегистрировано 250 млн случаев заболевания, а также 5,05 млн летальных исходов, что практически равно населению второго крупнейшего города в России — Санкт-Петербургу. Согласно актуальным данным, лидирующими странами по заболеваемости и количеству летальных исходов являются США (46,4 млн случаев заболевания), Индия (34,4 млн случаев заболевания), Бразилия (21,9 млн), Великобритания (9,3 млн) и Россия (8,65), что связано среди прочих причин и с большой численностью населения этих стран.

Новая коронавирусная инфекция привела к пандемии и оставила отпечаток на физическом, психическом, психологическом здоровье, а также социально-экономической составляющей мирового населения. На сегодняшний день существуют данные о неблагоприятных последствиях аналогичных заболеваний, вызванных коронавирусами, а именно ближневосточным респираторным синдромом (MERS) и тяжелым острым респираторным синдромом (SARS). Полученные сведения говорят о том, что COVID-19 отрицательно влияет на различные системы человеческого организма (респираторная, сердечно-сосудистая, иммунная, нервная). Вирус SARS-CoV-2 проникает в клетку человека через функциональный рецептор, который использовал и SARS-CoV, — ангиотензинпревращающий фермент 2, однако у SARS-CoV-2 отмечено большее рецепторное сродство с ним, что облегчает его проникновение в организм. Вирус оказывается в тех тканях, где представлены эти рецепторы.

К возможным последствиям заболевания относят энцефалит, токсическую энцефалопатию, острые демиелинизирующие поражения. Уже имеющиеся неврологические заболевания могут быть обострены вмешательством коронавируса.

Далее будут раскрыты краткосрочные неблагоприятные последствия для здоровья, а также риск потенциальных долговременных негативных последствий COVID-19.

**Ключевые слова:** коронавирусная инфекция, COVID-19, MERS-CoV, SARS-CoV, долгосрочные последствия, ЦНС

# Short-term and long-term effects of coronavirus infection: A review

N. A. Soboleva<sup>✉1</sup>

<sup>1</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, 48 Moika Emb., Saint Petersburg 191186, Russia

## Authors

Nina A. Soboleva,  
ORCID: 0000-0003-1221-1449,  
e-mail: [nina-soboleva@mail.ru](mailto:nina-soboleva@mail.ru)

## For citation:

Soboleva, N. A.  
(2022) Short-term and long-term effects of coronavirus infection: A review. *Comprehensive Child Studies*, vol. 4, no. 2, pp. 134–141. <https://doi.org/10.33910/2687-0223-2022-4-2-134-141>

**Received** 29 March 2022;  
reviewed 4 April 2022;  
accepted 5 April 2022.

**Funding:** The study did not receive any external funding.

**Copyright:** © N. A. Soboleva (2022).  
Published by Herzen State Pedagogical University of Russia.  
Open access under [CC BY-NC License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**Abstract.** To date, according to the COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University, there have been 250 million cases of the disease in the world, as well as 5.05 million deaths, which is almost equal to the population of the second largest city in Russia—Saint Petersburg. According to the current data, the leading countries in terms of patients infected and the number of deaths are the United States (46.4 million cases), India (34.4 million cases), Brazil (21.9 million), UK (9.3 million) and Russia (8.65). These statistics, among other factors, are attributed to high population density.

The new coronavirus infection has led to a pandemic and has had physical, mental, psychological, social and economic consequences for the world population. To date, there is evidence of adverse effects of similar diseases caused by coronaviruses, namely, Middle East Respiratory Syndrome (MERS) and Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). The obtained data suggest that COVID-19 has a negative impact on various systems of the human body: respiratory, cardiovascular, immune, and nervous.

Possible complications include encephalitis, toxic encephalopathy, acute demyelinating lesions. COVID-19 can also intensify pre-existing neurological conditions. The paper discusses short-term adverse health effects as well as the risk of potential long-term negative effects associated with COVID-19.

**Keywords:** coronavirus infection, COVID-19, MERS-CoV, SARS-CoV, long-term effects, CNS

## Введение

Впервые коронавирусы человека (CoV) были обнаружены в 1960-х годах в Великобритании и США. Затем, в 1962 году Чикагские исследователи Д. Хамре и Дж. Прокноу (Monto 1974) впервые культивировали вирус, который вызывал цитопатические (дегенеративные) изменения в клеточных культурах WI-38 (легочная ткань). Этот вирус получил название 229E. Оказалось, что ранее обнаруженный вирус B814 и 229E являются РНК-вирусами со схожей структурой, они чувствительны к эфиру, что свидетельствует о том, что они внедряются в клетку через липидные мембраны (Kumar 2020).

Позже были открыты и другие штаммы CoVs (OC38 и OC43), а также вирус птичьего инфекционного бронхита, что позволило определить семейство вирусов, вызывающих у человека простуду и другие инфекции дыхательных путей. На сегодняшний день эти штаммы названы коронавирусом человека 229E (HCoV-229E) и HCoV-OC43 (Kumar 2020).

Коронавирусы поражают не только человека, но и всех млекопитающих, птиц и даже земноводных. Подсемейство Orthocoronavirinae включает 4 рода. Название было предложено

Дж. Алмейдой и Д. Тирреллом. Вот как Д. Тиррелл описывает причины названия: «Мы более внимательно посмотрели на внешний вид новых вирусов и заметили, что они окружены своего рода ореолом. Обращение к словарю привело к появлению латинского эквивалента “корона”, и так родилось название “коронавирус”» (Tyrrrell, Fielder 2002, 57).

В 2003 году в Китае был обнаружен коронавирус, ответственный за ТОРС (тяжелый острый респираторный синдром), названный SARS-CoV, который распространился в короткие сроки на соседние страны и континенты. Во время вспышки эпидемии около 10% пациентов с подтвержденным диагнозом ТОРС умерли. Высокий риск смертности был у пациентов старше 50 лет (Shi, Hu 2008).

В 2012 году в Южной Корее был зафиксирован БВРС (ближневосточный респираторный синдром), вызванный коронавирусом MERS-CoV из рода Betacoronavirus. К середине 2020 года было зафиксировано 43 вида, относящиеся к двум подсемействам (Shchelkanov, Popova, Dedkov et al. 2020).

Было известно, что коронавирусы вызывают легкие респираторные инфекции, в частности самую распространенную простуду у людей

(Leung, Chan, Chan et al. 2021), однако появление SARS в 2002 году в Китае заставило изменить эту точку зрения, так как вскоре болезнь переросла в эпидемию и распространилась на другие государства. После окончания эпидемии была зафиксирована следующая, со столь же тяжелыми последствиями, которая получила название MERS. Изначально ее зарегистрировали в Саудовской Аравии, затем она распространилась на Соединенное Королевство, Соединенные Штаты, Канаду и Европу.

Сегодня человечество живет в условиях пандемии, которая вызвана коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2, и необходимо понять ее возможные последствия для здоровья человека. Для этого нужно рассмотреть механизмы проникновения вируса в организм, места проникновения и причины симптоматики.

### Проникновение SARS-CoV-2 в клетки

Функциональным рецептором SARS-CoV-2, как и SARS-CoV, является ангиотензинпревращающий фермент 2 (АПФ2), однако у SARS-CoV-2 отмечено большее рецепторное сродство с ним, что облегчает его проникновение в организм.

АПФ2 (ACE2 англ.) — мембранный белок, катализирующий превращение ангиотензина I в ангиотензин II. Чтобы понять роль этого фермента, нужно вспомнить работу ренин-ангиотензиновой системы, отвечающей за уровень давления крови и регуляцию объема крови. В печени синтезируется ангиотензиноген, фермент ренин превращает его в ангиотензин1, а затем ангиотензинпревращающий фермент (АПФ) — в ангиотензин2. Ангиотензин2 связывается с ангиотензиновым рецептором первого типа (AT1R). Это приводит к сокращению гладкой мускулатуры бронхов, пролиферации фибробластов в легких, апоптозу (гибели) альвеолярных эпителиальных клеток, повышает проницаемость сосудов легочной ткани, при высоких концентрациях вызывает острый респираторный дистресс-синдром (Hamming, Coorger, Naagmans et al. 2007). АПФ2 противодействует активности комплекса Ангиотензинпревращающий фермент-ангиотензин2-AT1R, превращая ангиотензин2 в ангиотензин-7, который уже вызывает снижение артериального давления и стимулирует апоптоз (Shatunova, Vykov, Svitich, Zverev 2020).

АПФ2 экспрессируется (образуется) в большинстве тканей: мембране пневмоцитов, энтероцитах тонкого кишечника, а также эндотелиальных клетках артерий и вен. Митохондриальная РНК для АПФ2 обнаружена в клетках

коры головного мозга, полосатом теле, гипоталамусе и стволе головного мозга. Наличие АПФ2 на нейронах головного мозга и нейроглии свидетельствует об их чувствительности к инфицированию вирусом SARS-CoV-2.

С помощью трансмембранной сериновой протеазы (TMPRSS2), которая присутствует в клетках человека, активируется S-белок коронавируса, что позволяет ему соединиться с АПФ2 (Hoffmann, Kleine-Weber, Schroeder et al. 2020). Далее происходит слияние мембран клетки-хозяина и вируса, и вирусный геном РНК оказывается в цитоплазме атакуемой клетки (Wu, Xu, Chen et al. 2020). Далее происходит его трансляция в два полипротеина и структурные белки и начинается репликация вирусного генома. Вновь образованные оболочечные гликопротеины встраиваются в мембрану эндоплазматического ретикулума или аппарата Гольджи, и формируется нуклеокапсид из генома РНК и белков нуклеокапсида. Затем вирусные частицы проникают внутрь эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи, сливаются с плазматической мембраной и выходят из клетки (Wu, Xu, Chen et al. 2020). SARS-CoV-2 имеет более высокую аффинность (сродство) к ACE2 и поэтому обладает более высокой патогенностью и легче проникает в клетку, чем вирусы SARS-CoV и MERS-CoV (Baig, Khaleeq, Ali, Syeda 2020).

### Нейротропный механизм SARS-CoV-2

Коронавирусы оказывают как острое, так и отдаленное действие на ЦНС. Поражение ЦНС происходит по нескольким направлениям: через прямую инвазию в нервную ткань или опосредованно через «цитокиновый шторм» (Baig, Khaleeq, Syeda 2020).

Прямая инвазия заключается в непосредственном инфицировании эндотелиальных клеток кровеносных сосудов, где в большом количестве экспрессируются рецепторы АПФ 2, в результате чего нарушается целостность гематоэнцефалического барьера и увеличивается его проницаемость. Ранее, этот механизм был выявлен у SARS-CoV. Следующий механизм связан с движением вируса по ольфакторному (обонятельному) пути к головному мозгу через решетчатую пластину и обонятельные луковицы, достигая гиппокампальной извилины, где он атакует другие нейрональные клетки (Dubé, le Coupanec, Wong et al. 2018).

Однако не всегда поражение ЦНС является следствием прямой инвазии вируса в нейрональные клетки. Еще одним механизмом

повреждения тканей головного мозга может являться «цитокиновый шторм» — неадекватная иммунная реакция, которая заключается в чрезмерном выбрасывании цитокинов в кровь. Цитокины — белки, управляющие активностью иммунной системы, контролируют гемопоэз, а также принимают участие в неспецифических защитных реакциях организма. При «цитокиновом шторме» чрезмерно активированные клетки иммунной системы атакуют свой организм, нарушается свертываемость крови, а также возникают очаговые разрушения собственных клеток и тканей (Wang, Dong, Hu et al. 2020).

### Последствия COVID-19 в рамках нервной системы

В опубликованных исследованиях о воздействии COVID-19 на нервную систему отмечено, что обонятельная и/или вкусовая дисфункция являются наиболее частыми неврологическими проявлениями у пациентов. В исследовании (Tong, Wong, Zhu et al. 2020) 52,73% имели обонятельную дисфункцию, 43,93% — вкусовую. Есть предположение, что это связано с проникновением вируса в ЦНС.

Также имеются данные о таких последствиях как инсульт, синдром Гийена-Барре (острая, быстро прогрессирующая воспалительная полинейропатия, сопровождающаяся мышечной слабостью и выпадением дистальной чувствительности), энцефалит и энцефалопатия. В Великобритании после запуска общенациональной системы эпиднадзора за неврологическими осложнениями COVID-19 в течение первых трех недель было зарегистрировано 57 случаев ишемического инсульта и 9 случаев внутримозгового кровоизлияния. Систематический обзор показал, что пациенты, перенесшие инсульт в качестве осложнения после COVID-19, имеют в три раза выше риск смерти (Gabriel, Galán 2020). В другом мета-анализе (Aggarwal, Lippi, Michael 2020) подчеркивалось, что тяжесть течения COVID-19 была выше в 2,5 раза у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями в анамнезе.

Кроме неблагоприятных последствий для физического здоровья специалисты отмечают существенное влияние перенесенного COVID-19 на ЦНС. Вирус может проникнуть в мозг или вызвать иммунный ответ, который опосредованно будет негативно влиять на функции мозга и психическое здоровье (Whittaker, Anson, Harky 2020). Психические расстройства могут быть последствиями повреждения головного мозга,

которые вызваны либо непосредственно церебральной гипоксией, обусловленной вирусной инфекцией (Rogers, Chesney 2020), либо косвенно иммунным ответом или побочными эффектами иммунотерапии (Warrington, Bostwick 2006).

### Потенциальные долгосрочные неблагоприятные последствия для психического здоровья

Отдаленные последствия ковида в настоящее время имеют самые разные названия: post-COVID-19 syndrome, long Covid, post-acute sequelae of COVID-19 (PASC) (Baig 2020).

Анализ последствий предыдущих пандемий коронавируса SARS и MERS, обнаруживает, что наиболее частыми были посттравматическое стрессовое расстройство, депрессия и тревожное расстройство. В острой фазе болезни чаще всего отмечалась бессонница (41,9%), за которой следовали нарушение концентрации внимания (38,2%), тревожность (35,7%), нарушение памяти (34,1%) и подавленное настроение (32,6%) (Rogers, Chesney 2020).

Аналогичные результаты были получены в исследованиях, проведенных в разных регионах или странах в разгар, а также после пандемии (Mak, Chu, Pan et al. 2009). В Гонконге, где в допандемийный период отмечалось 3% людей, страдающих психическими заболеваниями, у переболевших ковидом психические расстройства встречались на 42,5% чаще, а через 4 года после атипичной пневмонии были обнаружены посттравматическое стрессовое расстройство (25,6%), депрессивные расстройства (16,6%), тревожное расстройство (15,5%), соматоформное болевое расстройство (15,5%), паническое расстройство (13,8%) (Lam, Wing, Yu et al. 2009). Хроническая усталость, связанная с более коморбидными активными психическими расстройствами, была выявлена у 40,3% переживших SARS (Lam, Wing, Yu et al. 2009). В Южной Корее у 54% людей, перенесших ближневосточный респираторный синдром (БВРС), был хотя бы один симптом посттравматического стрессового расстройства, депрессии, бессонницы и попытки суицида (Park, Park, Lee et al. 2020). Стоит подчеркнуть, что в этих исследованиях были некоторые общие ограничения, включая небольшой размер выборки, короткое время наблюдения и оценку результатов, основанную на анкетах или опросах, составленных самими пациентами, а не на диагнозе, поставленном клиницистами. Таким образом, результаты могут не быть исчерпывающим отражением

истинного явления. Необходимы качественные международные исследования для систематического изучения воздействия пандемии на психическое здоровье пациентов с COVID-19 в долгосрочной перспективе (Holmes, O'Connor, Perry et al. 2020).

### Последствия COVID-19 в рамках респираторной системы

Легкие — наиболее частый объект серьезных поражений при коронавирусных инфекциях как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективах. В острой фазе течения болезни пневмония и дыхательная недостаточность могут привести к смерти, однако и выздоровевшие пациенты имеют определенные риски. Руководство Британского торакального сообщества заявляет, что пациенты с диагнозом пневмония как следствие COVID-19 подвержены поствирусному фиброзу легких, легочной тромбоэмболии и сопутствующим функциональным нарушениям (Wang, Dong, Hu et al. 2020).

Доступные исследования неизменно демонстрируют, что остаточные аномалии на компьютерной томографии грудной клетки присутствуют у многих выживших после COVID-19, выписанных из больницы через 4–6 недель после начала заболевания (Mo, Jian, Su et al. 2020). Также пациенты сообщают об остаточной одышке (43,3%) спустя месяц после выздоровления, что является вторым по частоте симптомом после усталости (53,1%) (Carfi, Bernabei, Landi et al. 2020).

Судя по результатам заболеваний SARS и MERS, нарушение легочных функций и снижение переносимости физических нагрузок со временем проходят, но в некоторых случаях они могут сохраняться в течение месяцев или даже лет (Das, Lee, Singh et al. 2017). Последующие исследования пациентов с SARS выявили длительные стойкие изменения в легких у некоторых людей (Zhang, Li, Liu et al. 2020), а у 33% выживших после тяжело перенесенного заболевания MERS были обнаружены последствия легочного фиброза даже через  $82,4 \pm 66$  (среднее  $\pm$  стандартное отклонение) дня после выписки (Das, Lee, Singh et al. 2017). Возможно, что некоторые пациенты с COVID-19 могут страдать от последствий респираторных заболеваний, несмотря на выздоровление. Необходимы исследования для отслеживания течения остаточных повреждений легких, таких как фиброз легких, бронхоэктазы или другие структурные аномалии, а также для оценки влияния инфекции COVID-19 на последующее состояние легких,

работоспособность и качество жизни. Необходимо исследовать факторы, определяющие стойкое нарушение дыхания у перенесших заболевание, в частности использование противовирусных средств, системных кортикостероидов, иммуномодулирующих или противовоспалительных средств, применение инвазивной или неинвазивной вентиляции, или экстракорпоральной мембранной оксигенации.

### Последствия COVID-19 в рамках сердечно-сосудистой системы

Высокая экспрессия рецепторов АПФ2 в ткани миокарда делает кардиомиоциты крайне восприимчивыми к атаке SARS-CoV-2 (Guan, Ni, Hu et al. 2020). Повреждение миокарда является одним из самых частых осложнений после COVID-19 и встречается со средней частотой 8–12% (Shi, Qin, Shen et al. 2020). Так среди 150 больных в Ухани повреждение миокарда и сердечная недостаточность было причиной 40% смертей (Ruan Yang, Wang, Song 2020). Из 191 пациента в другой работе сердечная недостаточность отмечена у 52% умерших пациентов и у 12% выживших пациентов (Zhou, Yu, Du et al. 2020). Сердечная аритмия — еще одно частое сердечно-сосудистое последствие COVID-19. В исследовании сообщалось, что средняя частота встречаемости этого симптома у 138 китайских пациентов с COVID-19 составила 16,7%, при этом частота аритмии у пациентов, к которым была применена искусственная вентиляция легких, была выше (44%) по сравнению с теми, кому не требовалось госпитализация (8,9%) (Liu, Zhang, Pan et al. 2020). При исследовании 21 тяжелого больного COVID-19 у трети обнаружена кардиомиопатия (Xu, Wu, Jiang et al. 2020).

Даже после выздоровления повышенная системная воспалительная и прокоагулянтная активность может сохраняться долгое время после излечения от основной инфекции, что может привести к неблагоприятным сердечно-сосудистым заболеваниям в долгосрочной перспективе. Один из мета-анализов показал, что у больных с внебольничной пневмонией в долгосрочной перспективе повышен риск сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний, даже если на исходном уровне у них не было сердечно-сосудистых заболеваний (Corgales-Medina, Alvarez, Weissfeld et al. 2015). Так, в течение 12 лет наблюдения за 25 людьми, переболевшими SARS, у 40% из них отмечены сердечно-сосудистые аномалии (Zhao, Wang, Duan 2022). Стоит подчеркнуть, что и другие

вирусные заболевания могут влиять на ССС, так сердечно-сосудистые аномалии отмечены время госпитализации у восьми пациентов с гриппом H7N9, причем они нормализовались только через 1 год наблюдения (Wang, Xu, Yang et al. 2017). Дальнейшее долговременное наблюдение за выжившими после COVID-19 будет иметь решающее значение для выяснения долгосрочного воздействия COVID-19 и защиты этих пациентов от сердечно-сосудистых заболеваний в будущем.

### Желудочно-кишечные заболевания как следствие перенесения инфекции COVID-19

Желудочно-кишечные (ЖКТ) симптомы часто обнаруживаются у пациентов с COVID-19. Общая распространенность желудочно-кишечных симптомов по данным 29 исследований составила 15% (Мао, Qiu 2020), а в некоторых исследованиях их частота поднимается до 26% (Cha, Regueiro, Sandhu 2020). Наиболее распространенными симптомами были диарея, тошнота и рвота и боль в желудке (Мао, Qiu, He et al. 2020). Распространение этих симптомов обусловлено тем, что рецепторы ACE2 в большом количестве экспрессируются на кишечных энтероцитах, что делает их уязвимыми для атаки SARSCoV-2 (Cha, Regueiro, Sandhu 2020). РНК SARS-CoV-2 была обнаружена в образцах фекалий 54% пациентов с COVID (Мао, Qiu, He et al. 2020) и постоянно обнаруживалась у 23,3% пациентов после того, как в респираторных образцах были обнаружены уже отрицательные результаты (Xiao, Tang, Zheng et al. 2020). Это говорит о том, что SARS-CoV-2 может дольше сохраняться в энтероцитах, чем в клетках респираторного эпителия. Необходимы дальнейшие эпидемиологические исследования для

мониторинга долгосрочных неблагоприятных исходов со стороны ЖКТ у пациентов с COVID-19.

В опубликованных тематических исследованиях сообщалось о пациентах с COVID-19 с различной степенью дисфункции печени (Мао, Qiu, He et al. 2020). Повреждение печени в первую очередь проявляется аберрантным повышением уровней аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и билирубина. Согласно имеющимся данным, тяжесть COVID-19 положительно коррелирует с дисфункцией печени, при этом повреждение печени в легких случаях COVID-19, по-видимому, носит временный характер, при этом повышение уровня печеночных ферментов нормализуется при выписке или позднее (Kukla, Skonieczna-Żydecka, Kotfis et al. 2020).

Поражение почек также широко распространено у пациентов с COVID-19. Частота острого повреждения почек у пациентов с COVID-19 составляла около 0,5–29% (Hirsch, Ng, Ross et al. 2020), что резко повышало риск смерти.

### Заключение

Коронавирусы в настоящее время объединены в 4 рода и представляют собой достаточно большую группу РНК-возбудителей, вызывающих заболевания разной степени тяжести. Последствия после перенесенного заболевания могут оставаться надолго и связаны со всеми системами организма, где представлен ангиотензинпревращающий фермент 2.

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

### Conflict of Interest

The author declares that there is no conflict of interest, either existing or potential.

## References

- Aggarwal, G., Lippi, G., Michael, H. B. (2020) Cerebrovascular disease is associated with an increased disease severity in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A pooled analysis of published literature. *International Journal of Stroke*, vol. 15, no. 4, pp. 385–389. <https://doi.org/10.1177/1747493020921664> (In English)
- Baig, A. M. (2020) Chronic COVID syndrome: Need for an appropriate medical terminology for long-COVID and COVID long-haulers. *Journal of Medical Virology*, vol. 93, no. 5, pp. 2555–2556. <https://doi.org/10.1002/jmv.26624> (In English)
- Baig, A., Khaleeq, A., Ali, U., Syeda, H. (2020) Evidence of the COVID-19 virus targeting the CNS: Tissue distribution, host-virus interaction, and proposed neurotropic mechanism. *ACS Chemical Neuroscience*, vol. 11, no. 7, pp. 995–998. <https://doi.org/10.1021/acscchemneuro.0c00122> (In English)
- Carfi, A., Bernabei, R., Landi, F. et al. (2020) Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA*, vol. 324, no. 6, pp. 603–605. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12603> (In English)

- Cha, M. H., Regueiro, M., Sandhu, D. S. (2020) Gastrointestinal and hepatic manifestations of COVID-19: A comprehensive review. *World Journal of Gastroenterology*, vol. 26, no. 19, pp. 2323–2332. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i19.2323> (In English)
- Corrales-Medina, V. F., Alvarez, K. N., Weissfeld, L. A. et al. (2015) Association between hospitalization for pneumonia and subsequent risk of cardiovascular disease. *JAMA*, vol. 313, no. 3, pp. 264–274. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.18229> (In English)
- Das, K. M., Lee, E. Y., Singh, R. et al. (2017) Follow-up chest radiographic findings in patients with MERS-CoV after recovery. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, vol. 27, no. 3, pp. 342–349. [https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI\\_469\\_16](https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI_469_16) (In English)
- Dubé, M., Le Coupanec, A., Wong, A. et al. (2018) Axonal transport enables neuron-to-neuron propagation of human coronavirus OC43. *Journal of Virology*, vol. 92, no. 17, article e00404-18. <https://doi.org/10.1128/JVI.00404-18> (In English)
- Gabriel, T., Galán, J. M. (2020) Stroke as a complication and prognostic factor of COVID-19. *Neurología*, vol. 35, no. 5, pp. 318–322. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2020.04.013> (In English)
- Guan, W. J., Ni, Z. Y., Hu, Y. et al. (2020) Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *The New England Journal of Medicine*, vol. 98, no. 1, pp. 209–218. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032> (In English)
- Hamming, M. E., Cooper, B. L., Haagmans, N. M. et al. (2007) The emerging role of ACE2 in physiology and disease. *The Journal of Pathology*, vol. 212, no. 1, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/path.2162> (In English)
- Hirsch, J. S., Ng, J. H., Ross, D. W. et al. (2020) Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney International*, vol. 98, no. 1, pp. 209–218. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.05.006> (In English)
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S. S. et al. (2020) SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*, vol. 181, no. 2, pp. 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052> (In English)
- Holmes, E. A., O'Connor, R. C., Perry, V. H. et al. (2020) Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: A call for action for mental health science. *Lancet Psychiatry*, vol. 7, no. 6, pp. 547–560. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30168-1](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30168-1) (In English)
- Kukla, M., Skonieczna-Żydecka, K., Kotfis, K. et al. (2020) COVID-19, MERS and SARS with concomitant liver injury-systematic review of the existing literature. *Journal of Clinical Medicine*, vol. 9, no. 5, article 1420. <https://doi.org/10.3390/jcm9051420> (In English)
- Kumar, V. (2020) Emerging human coronavirus infections (SARS, MERS, and COVID-19): Where they are leading us. *International Reviews of Immunology*, vol. 40, no. 1–2, pp. 5–53. <https://doi.org/10.1080/08830185.2020.1800688> (In English)
- Lam, M. H., Wing, Y. K., Yu, M. W. et al. (2009) Mental morbidities and chronic fatigue in severe acute respiratory syndrome survivors: Long-term follow-up. *Archives of Internal Medicine*, vol. 169, no. 22, pp. 2142–2147. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.384> (In English)
- Leung, T. Y. M., Chan, A. Y. L., Chan, E. W. et al. (2021) The cytokine expression differences in this sample of 419 hospitalized children, 12% of which showed this described outcome, could not be attributable to other factors such as age or severity of the condition. *Frontiers in Immunology*, vol. 9, no. 1, pp. 2190–2199. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.763292> (In English)
- Liu, D., Zhang, W., Pan, F. et al. (2020) The pulmonary sequelae in discharged patients with COVID-19: A short-term observational study. *Respiratory Research*, vol. 21, no. 1, article 125. <https://doi.org/10.1186/s12931-020-01385-1> (In English)
- Mak, I. W. C., Chu, C. M., Pan, P. C. et al. (2009) Long-term psychiatric morbidities among SARS survivors. *General Hospital Psychiatry*, vol. 31, no. 4, pp. 318–326. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2009.03.001> (In English)
- Mao, R., Qiu, Y., He, J. S. et al. (2020) Manifestations and prognosis of gastrointestinal and liver involvement in patients with COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroenterology & Hepatology*, vol. 5, no. 7, pp. 667–678. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30126-6](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30126-6) (In English)
- Mo, X., Jian, W., Su, Z. et al. (2020) Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *European Respiratory Journal*, vol. 5, no. 6, pp. 01217. <https://doi.org/10.1183/13993003.01217-2020> (In English)
- Monto, A. S. (1974) Medical reviews. Coronaviruses. *Yale Journal of Biology and Medicine*, vol. 47, no. 4, pp. 234–251. PMID: [4617423](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4617423/) (In English)
- Park, H. Y., Park, W. B., Lee, S. H. et al. (2020) Posttraumatic stress disorder and depression of survivors 12 months after the outbreak of Middle East respiratory syndrome in South Korea. *BMC Public Health*, vol. 20, no. 1, article 605. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08726-1> (In English)
- Rogers, J. P., Chesney, E., Oliver, D. et al. (2020) Psychiatric and neuropsychiatric presentations associated with severe coronavirus infections: a systematic review and meta-analysis with comparison to the COVID-19 pandemic. *The Lancet Psychiatry*, vol. 7, no. 7, pp. 611–627. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30203-0](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30203-0) (In English)
- Ruan, Q., Yang, K., Wang, W., Song J. (2020). Clinical predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China. *Intensive Care Medicine*, vol. 46, no. 5, pp. 846–848. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05991-x> (In English)

- Shatunova, P. O., Bykov, A. S., Svitich, O. A., Zverev, V. V. (2020) Angiotenzinprevrashchayushchij ferment 2. Podkhody k patogeneticheskoy terapii COVID-19 [Angiotensin converted enzym 2. Approach to pathogenetic therapy COVID-19.]. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii — Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, vol. 97, no. 4, pp. 339–345. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-4-6> (In Russian)
- Shchelkanov, M. Yu., Popova, A. Yu., Dedkov, V. G. et al. (2020) Istoriya izucheniya i sovremennaya klassifikatsiya koronavirusov (Nidovirales: Coronaviridae) [History of study and modern classification of coronaviruses (Nidovirales: Coronaviridae)]. *Infektsiya i immunitet — Infection and Immune*, vol. 10, no. 2, pp. 221–246. <https://doi.org/10.15789/2220-7619-HOI-1412> (In Russian)
- Shi, S., Qin, M., Shen, B. et al. (2020). Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiology*, vol. 5, no. 7, pp. 802–810. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.0950> (In English)
- Shi, Z., Hu, Z. (2008) A review of studies on animal reservoirs of the SARS coronavirus. *Virus Research*, vol. 133, no. 1, pp. 74–87. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2007.03.012> (In English)
- Tong, J. Y., Wong, A., Zhu, D. et al. (2020). The prevalence of olfactory and gustatory dysfunction in COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. *Otolaryngology — Head Neck Surgery*, vol. 163, no. 1, pp. 3–11. <https://doi.org/10.1177/0194599820926473> (In English)
- Tyrrell, D. A. J., Fielder, M. (2002) *Cold wars: The fight against the common cold*. Oxford: Oxford University Press, 253 p. (In English)
- Wang, J., Xu, H., Yang, X. et al. (2017) Cardiac complications associated with the influenza viruses a subtype H7N9 or pandemic H1N1 in critically ill patients under intensive care. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, vol. 21, no. 1, pp. 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2016.10.005> (In English)
- Wang, Y., Dong, C., Hu, Y. et al. (2020) Temporal changes of CT findings in 90 patients with COVID-19 pneumonia: A longitudinal study. *Radiology*, vol. 296, no. 2, pp. E55–E64. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200843> (In English)
- Warrington, T. P., Bostwick, J. M. (2006) Psychiatric adverse effects of corticosteroids. *Mayo Clinic Proceedings*, vol. 81, no. 10, pp. 1361–1367. <https://doi.org/10.4065/81.10.1361> (In English)
- Whittaker, A., Anson, M., Harky, A. (2020) Neurological manifestations of COVID-19: A systematic review and current update. *Acta Neurologica Scandinavica*, vol. 142, no. 1, pp. 14–22. <https://doi.org/10.1111/ane.13266> (In English)
- Zhao, T, Wang, C, Duan, B. et al. (2022) Altered lipid profile in COVID-19 patients and metabolic reprogramming. *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, article 863802. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.863802> (In English)
- Wu, Y., Xu, X., Chen, Z. et al. (2020). Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. *Brain Behavior Immunology*, vol. 87, pp. 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.03.031> (In English)
- Xiao, F., Tang, M., Zheng, X. et al. (2020). Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterology*, vol. 158, no. 6, pp. 1831–1833.e3. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.055> (In English)
- Xu, X. W., Wu, X. X., Jiang, X. G. et al. (2020) Clinical findings in a group of patients infected with the 2019 novel coronavirus (SARS-Cov-2) outside of Wuhan, China: retrospective case series. *The BMJ*, vol. 368, article m606. <https://doi.org/10.1136/bmj.m606> (In English)
- Zhang, P., Li, J., Liu, H. et al. (2020) Long-term bone and lung consequences associated with hospital-acquired severe acute respiratory syndrome: A 15-year follow-up from a prospective cohort study. *Bone Research*, vol. 8, no. 1, article 8. <https://doi.org/10.1038/s41413-020-0084-5> (In English)
- Zhou, F., Yu, T., Du, R. et al. (2020) Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: A retrospective cohort study. *The Lancet*, vol. 395, no. 10229, pp. 1054–1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3) (In English)