

## СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ (COVID-19)

А. А. Блохин , А. Н. Шишкин , А. И. Князева

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

✉ Блохин Арсений Андреевич — senyadiamond@yandex.ru

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19), широко распространившаяся в человеческой популяции в последние несколько лет, зачастую осложняется поражением сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта и органов респираторной системы. Статья описывает особенности клинического течения и лечения инфекции, вызванной SARS-CoV-2, которые могут приводить к развитию кардиологических осложнений как в раннем, так и в отдаленном периодах. Предполагается наличие трех основных причин развития таких осложнений — тропность вируса к белкам эндотелия, поражение сосудов и сердца в результате иммунного ответа организма и токсическое воздействие препаратов, используемых для терапии инфекции. Среди патогенетических механизмов развития новой коронавирусной инфекции, которые могут приводить к возникновению осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, можно выделить следующие: проявления системного васкулита, коагулопатия, тромбоз, явления «цитокинового шторма», прямое цитотоксическое повреждение миокарда, нарушение метаболизма, дисбаланс ионного состава крови, гипоксия и ее последствия. Наиболее часто развиваются следующие осложнения: миокардит с нарушением ритма сердца (синусовая тахикардия, брадикардия, фибрилляция и трепетание предсердий, удлинение QTc, внезапная сердечная смерть), кардиомиопатия (бивентрикулярная, изолированная дисфункция правого или левого желудочка), кардиогенный шок, коагулопатия, тромбоземболия (в том числе инсульты), васкулиты. Нередко после перенесенной инфекции у пациентов сохраняются (или возникают впервые) следующие проявления: боль в области сердца, ощущение сердцебиения, перебоев, появление или утяжеление течения хронической сердечной недостаточности, декомпенсация гипертонической болезни, острый коронарный синдром. Предлагаются следующие основные направления минимизации риска развития кардиологических осложнений у пациентов с COVID-19: регулярный мониторинг ЭКГ (оценка интервала QT, ритма, проведения и реполяризации), эхокардиография у пациентов из групп риска, суточное мониторирование ЭКГ у пациентов, которые отмечают субъективные ощущения перебоев в работе сердца. Кроме того, рекомендуется корректировать дозы кардиотоксичных препаратов и соблюдать осторожность при назначении антикоагулянтной терапии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** коронавирусная инфекция, COVID-19, SARS-CoV-2, кардиологические осложнения, аритмия, лекарственная терапия.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Блохин А.А., Шишкин А.Н., Князева А.И. Сердечно-сосудистые осложнения, обусловленные коронавирусной инфекцией (COVID-19) // *Juvenis scientia*. 2022. Том 8. № 6. С. 6-14. DOI: 10.32415/jscientia\_2022\_8\_6\_14. EDN: DNOQAI.

## Review article

DOI: 10.32415/jscientia\_2022\_8\_6\_6-14  
EDN: DNOQAI**CARDIOVASCULAR COMPLICATIONS OF THE CORONAVIRUS DISEASE (COVID-19)****A. A. Blokhin** , **A. N. Shishkin** , **A. I. Knyazeva**

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

 Blokhin Arseniy — senyadiamond@yandex.ru

A new coronavirus infection (COVID-19), which has spread widely in the human population in the past few years, is often complicated by a damage to the cardiovascular system, central nervous system, gastrointestinal tract, and respiratory system organs. The review describes the features of the clinical course and treatment of SARS-CoV-2 infection, which can lead to the development of cardiac complications both in the early and long-term periods. It is assumed that there are three main causes for the development of such complications (the affinity of the virus to endothelial proteins, the damage to blood vessels and the heart as a result of the immune response of the body and the toxic effects of drugs used to treat infection). Among the pathogenic mechanisms of the course of a new coronavirus infection that can lead to the development of cardiovascular complications, the following can be distinguished: manifestations of systemic vasculitis, coagulopathy, thrombosis, the phenomenon of “cytokine storm”, the direct cytotoxic damage to the myocardium, metabolic disorders, imbalance of the ionic composition of the blood, hypoxia and its consequences. The most common complications include myocarditis with arrhythmia (sinus tachycardia, bradycardia, atrial fibrillation and flutter, QTc prolongation, sudden cardiac death), cardiomyopathy (biventricular, isolated dysfunction of the right or left ventricle), cardiogenic shock, coagulopathy, thromboembolism (including strokes), vasculitis. Following recovery from COVID-19, many patients retain (or develop) the symptoms caused by the heart damage: a pain in the region of the heart, palpitations, appearance or aggravation of chronic heart failure, decompensation of hypertension, acute coronary syndrome. The main proposed directions for minimizing the risk of developing cardiac complications in COVID-19 patients include ECG monitoring (assessment of the QT interval, rhythm, conduction and repolarization), echocardiography in patients at risk, 24-hour ECG recording in patients who report palpitations. In addition, it is recommended to adjust the dosages of cardiotoxic drugs and to be cautious when prescribing anticoagulant therapy.

**KEYWORDS:** coronavirus infection, COVID-19, SARS-CoV-2, cardiac complications, arrhythmia, drug therapy.

**FOR CITATION:** Blokhin AA, Shishkin AN, Knyazeva AI. Cardiovascular complications of the coronavirus disease (COVID-19). *Juvenis scientia*. 2022;8(6):6-14. DOI: 10.32415/jscientia\_2022\_8\_6\_6-14.



## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы во всем мире распространилась инфекция, вызываемая новым коронавирусом SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2). С учетом масштаба распространения этой инфекции 11 марта 2020 г. было объявлено о развитии пандемии [1]. В Российской Федерации по результатам ПЦР-диагностики подтверждено 21248603 случая инфицирования (на 12.10.2022) [2]. Как было отмечено И. А. Козловым, И. Н. Тюриным [3], а также во временных методических рекомендациях по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции [4], вследствие данного заболевания у многих инфицированных развиваются осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы. Было отмечено, что сердечно-сосудистые осложнения, проявляющиеся в рамках постковидного синдрома, недостаточно исследованы, их распространенность, патогенез и особенности их терапии и профилактики до сих пор остаются неясными [5]. Актуальность данной проблемы обусловлена широкой распространенностью проблемы кардиологических осложнений у пациентов [6], перенесших COVID-19, а также продолжающейся пандемией SARS-CoV-2 инфекции.

## ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Коронавирусы (Coronaviridae) — это большое семейство РНК-содержащих вирусов, способных инфицировать как животных (их естественных хозяев), так и человека. У людей коронавирусы могут вызвать целый ряд заболеваний — от легких форм острой респираторной инфекции (ОРВИ) до тяжелого острого респираторного синдрома (ТОРС или SARS). В настоящее время описаны четыре сезонных коронавируса, которые круглогодично присутствуют в структуре возбудителей ОРВИ и, как правило, вызывают поражение верхних дыхательных путей легкой и средней степени тяжести, а также два высокопатогенных коронавируса — вирус ближневосточного респираторного синдрома (MERS) и новой коронавирусной инфекции COVID-19. SARS-CoV-2 — вирус с одноцепочечной РНК, относящийся к семейству Coronaviridae, роду Betacoronavirus. Генетическая последователь-

ность SARS-CoV-2 сходна с последовательностью SARS-CoV по меньшей мере на 79% [4, 7].

В конце 2019 г. распространение инфекции было ограничено преимущественно территорией Китая, но с января 2020 г. случаи стали диагностировать по всему миру, в том числе и в России, ситуация была объявлена ВОЗ пандемией с 11.03.2020 [1]. Несмотря на предпринимаемые государствами ограничительные противоэпидемические мероприятия в той или иной степени, во всех странах мира были выявлены случаи инфицирования SARS-CoV-2. Было установлено, что передача возбудителя осуществляется воздушно-капельным (в том числе воздушно-пылевым) и контактным путями, кроме того, не исключён фекально-оральный путь заражения. Ведущий путь передачи — воздушно-капельный (при чихании, разговоре, кашле). Источником инфекции является больной человек (также находящийся в инкубационном периоде, либо являющийся бессимптомным носителем).

Новая коронавирусная инфекция является тяжелым инфекционным заболеванием, патогенез которой еще недостаточно изучен. Диапазон основных клинических проявлений variabelен, но в основном включает в себя неспецифические проявления ОРВИ. Наиболее распространены:  $t$  тела  $> 37,5$  °C, кашель — сухой или со скудной мокротой, одышка, ощущение заложенности в грудной клетке,  $SpO_2 \leq 95\%$ , боль в горле, заложенность носа или умеренная ринорея, нарушение или потеря обоняния (гипосмия или anosmia), нарушение вкуса (дисгевзия), конъюнктивит, слабость, боли в мышцах, головная боль, рвота, диарея, кожная сыпь, острый респираторный дистресс-синдром, пневмония, шок, острая дыхательная недостаточность, синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания, тромбоземболия, кожные высыпания, спутанность сознания, аритмии, миокардит.

Несмотря на то, что инфекция, вызванная SARS-CoV-2, относится к респираторным заболеваниям, имеются сведения, что многие пациенты вне зависимости от тяжести заболевания страдают осложнениями со стороны жизненно важных органов и систем. SARS-CoV-2 проникает в организм через АПФ-2 (ангиотензин-превращающий фермент 2),

являющийся для него рецептором [8]. Экспрессия АПФ-2, помимо альвеолоцитов 2-го типа легких, присутствует также и в холангиоцитах печени, клетках ободочной кишки, кератиноцитах пищевода, эпителиальных клетках подвздошной и прямой кишки, эпителиальных клетках желудка и проксимальных канальцах почек. Также установлено [9], что SARS-CoV-2 проникает в клетки через CD147, который в свою очередь экспрессируется на эпителиальных клетках, эндотелиальных клетках, фибробластах, эритроцитах, тромбоцитах, моноцитах и Т-лимфоцитах, в гиппокампе, миндалинном теле, коже, синовиальных оболочках. Широтой экспрессии рецепторов для проникновения вируса обусловлена его высокая контагиозность, а также выраженность и распространенность поражения органов и систем. В частности, помимо легких и других органов респираторной системы [10], поражаются: центральная нервная система [11], желудочно-кишечный тракт [12], печень [13], а также кровеносная система и сердце [14].

### **ПОРАЖЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ФОНЕ ТЕЧЕНИЯ SARS-COV-2 ИНФЕКЦИИ**

Наибольшим рискам осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС) подвержены инфицированные SARS-CoV-2 с уже имеющимися хроническими заболеваниями ССС. В сравнении с пациентами без коморбидности у них значительно выше частота перевода в отделение реанимации. Также имеются сведения о высокой встречаемости патологического повышения кардиоспецифического тропонина в крови пациентов с гипертонической болезнью (ГБ) на фоне COVID-19 (59,8% и 23,4% при отсутствии ГБ;  $p < 0,001$ ) [15]. Это обусловлено большей частотой повреждения миокарда, уже скомпрометированного сердечно-сосудистым заболеванием (ССЗ). Есть предположения [16–19], что прием иАПФ / БРА (ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, блокаторы рецепторов ангиотензина), которые часто получают пациенты с гипертонической болезнью, приводит к увеличению экспрессии АПФ-рецепторов и повышает риск инфицирования и сосудистых осложнений COVID-19. Однако, следует отметить, что метаана-

лиз 1 527 клинических наблюдений из различных клиник Китая [20] показал, что встречаемость ГБ у больных COVID-19 составляет 17,1%, ССЗ — 16,4% и сахарного диабета (СД) — 9,7%, что соответствует средней частоте этих заболеваний у населения Китая. С учетом полученных в метаанализе данных можно предполагать, что риск развития COVID-19 не зависит от преморбидного фона и длительная терапия иАПФ / БРА сама по себе не является предиктором осложнений со стороны ССС у больных COVID-19.

Среди патогенетических механизмов развития новой коронавирусной инфекции, которые могут приводить к возникновению осложнений со стороны ССС, можно выделить следующие: проявления системного васкулита, коагулопатия, тромбоз, явления «цитокинового шторма», прямое цитотоксическое повреждение миокарда, нарушение метаболизма, дисбаланс ионного состава крови, гипоксия и ее последствия. Все эти механизмы в той или иной мере способны вызывать сердечно-сосудистые осложнения. Роль и степень влияния этих механизмов на ССС ещё предстоит определить в дальнейших исследованиях. Патогенетические механизмы повреждения миокарда подтверждаются патологоанатомическими исследованиями сердца у инфицированных SARS-CoV-2. В кардиомиоцитах отмечали полиморфные альтеративные изменения: миоцитоллиз, контрактуры, фрагментация, диссоциация и волнообразная деформация миоцитов. Также выявляли изменения со стороны ядер: вакуолизация, экструзия ядер, зернистая дистрофия. Максимально выраженными (особенно у больных СД) были изменения со стороны микроциркуляторного русла: полнокровие, эритроцитарный стаз, эритроцитарно-фибриновые тромбы, ишемизированные участки некоронарогенной природы [21].

На фоне инфекции у пациентов развиваются следующие осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы: миокардит с нарушением ритма сердца (синусовая тахикардия, брадикардия, фибрилляция и трепетание предсердий, удлинение QTc, внезапная сердечная смерть), кардиомиопатия (бивентрикулярная, изолированная дисфункция правого или левого желудочка), кардиогенный

шок, коагулопатия, тромбоземболия (в том числе инсульты), васкулиты [21–24]. Нередко после перенесенной инфекции у пациентов сохраняются (или появляются впервые) следующие осложнения со стороны ССС: боль в области сердца, ощущение сердцебиения, аритмии, появление или утяжеление течения хронической сердечной недостаточности (ХСН), декомпенсация ГБ, острый коронарный синдром (ОКС) [25]. На основании анализа данных в систематическом обзоре, выполненном Yong Hu и соавт. из Zhongnan Hospital of Wuhan University [26], можно сделать вывод о том, что наиболее подвержены осложнениям со стороны сердечно-сосудистой системы пациенты с тяжелым и среднетяжелым (по методике оценки степени тяжести, сходной с принятой в РФ на 12.10.2022) течением COVID-19, пожилые пациенты в возрасте старше 75 лет. Также можно выделить пациентов с преморбидной патологией, которая увеличивает риск развития осложнений со стороны ССС на фоне течения новой коронавирусной инфекции и в отдаленном периоде: СД 7,7% (95% ДИ 6,1–9,3%) и ГБ 15,6% (95% ДИ 12,6–18,6%), ранее имеющиеся заболевания сердца 4,7% (95% ДИ 3,1–6,2%) [20, 26]. Зачастую комбинация этих факторов риска и интеркуррентных заболеваний приводит к синергетическому увеличению риска развития осложнений со стороны ССС как на фоне COVID-19, так и в рамках постковидного синдрома.

Если ранжировать осложнения со стороны ССС на фоне течения COVID-19, то наиболее часто встречается тахикардия, сопровождающаяся одышкой, слабостью, вплоть до обмороков. Вторым по частоте является лабильность артериального давления (особенно на фоне коморбидности по ГБ), более редким является вирусный миокардит, который может развиваться даже спустя несколько недель после лабораторного и клинического выздоровления пациентов. У таких пациентов наблюдается субфебрильная температура тела, нарастающая слабость, тахикардия, одышка и отеки на нижних конечностях. Если миокардит не был вовремя диагностирован, это может привести к тяжелым осложнениям со стороны сердца вплоть до жизнеугрожающих нарушений ритма вследствие поражения проводящей системы сердца.

### СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ТЕРАПИИ COVID-19

Помимо самого заболевания и иммунного ответа организма, важным повреждающим фактором является фармакохимическое воздействие в процессе терапии инфекции, вызванной SARS-CoV-2. Можно выделить два пути негативного влияния на ССС препаратов: 1) непосредственное токсическое воздействие на ткани сердца и сосудов либо изменение проводимости и 2) межлекарственное взаимодействие, вследствие которого ослабляется терапевтический эффект препаратов для лечения ССС, либо увеличивается кардиотоксичность применяемых препаратов. В. Long с соавт. и Т. Guo с соавт. выделили основные лекарственные препараты с возможными сердечно-сосудистыми побочными эффектами [27, 28]. Из применяемых в РФ к ним относятся: ремдесивир, рибавирин, лопинавир, фавипирамид, гидроксихлорохин, азитромицин, интерфероны, метилпреднизолон и тоцилизумаб.

Сложность оценки вклада терапии в развитие кардиологических осложнений COVID-19 на данный момент обусловлена тем, что терапевтический подход постоянно изменяется и корректируется, а срок применения препаратов недостаточен для оценки долгосрочного влияния на состояние здоровья пациентов. Однако возможно, что использование указанных препаратов способно оказывать повреждающее действие на миокард и сосудистое русло, которые уже скомпрометированы инфекционным и иммунным воздействиями [29–31].

На основании изложенной выше информации и имеющихся в научной литературе [26, 32–38] сведений можно выделить следующие основные направления минимизации риска развития сердечно-сосудистых осложнений: вакцинация и соблюдение противоэпидемических мероприятий людям с высоким риском развития осложнений, мониторинг за состоянием ССС у пациентов из групп риска и у пациентов, принимающих кардиотоксические препараты в связи с COVID-19, кардиопротекторная терапия, реабилитация пациентов после излечения от инфекции, вызванной SARS-CoV-2. При ведении пациентов с высоким риском осложнений со стороны ССС рекомендуется:

1. Регулярный мониторинг ЭКГ (оценка интервала QT, ритма, проводимости и реполяризации), эхокардиография [39, 40].

2. Суточное мониторирование ЭКГ у пациентов, которые отмечают субъективные ощущения перебоев в работе сердца.

3. Своевременное назначение кардиопротекторных препаратов и препаратов для контроля ритма сердца.

4. Осторожный подход к визуализации сердца с применением контрастных препаратов, инвазивным исследованиям гемодинамики, выполнению эндомиокардиальной биопсии; следует рассмотреть необходимость назначения фибринолитических препаратов [41].

5. Коррекция доз кардиотоксичных препаратов в случае развития осложнений и у пациентов из групп риска.

6. Оксигенотерапия при развитии гипоксии, мониторинг и коррекция электролитных нарушений.

7. Строгое соблюдение пациентами режима лечения, профилактическое ношение компрессионного трикотажа при необходимости постельного режима.

8. Осторожность при назначении антикоагулянтной терапии.

Имеются сведения о положительном эффекте от назначения фосфокреатина в составе комплексной терапии миокардитов, ассоциированных с COVID-19 [42, 43]. Предложенные способы не являются исчерпывающими и будут расширены при проведении клинических исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая коронавирусная инфекция является весомым фактором, который способствует развитию осложнений со стороны ССС, особенно у пациентов из групп риска (пожилого возраста, с имеющимися заболеваниями — ишемической болезнью сердца, ГБ, ХСН, СД), с тяжелым и среднетяжелым течением COVID-19. Для данной инфекции характерно множество патогенетических механизмов, обуславливающих прямое и опосредованное негативное воздействие на миокард и сосудистую систему: проявления системного васкулита, коагулопатия, тромбоз, явления «цитокинового шторма», прямое цитотоксическое повреждение миокарда, нарушение метаболизма, дисбаланс ионного состава крови, гипоксия и ее последствия. Терапия инфекции сама по себе может оказывать отрицательное воздействие на ССС. Необходимо соблюдать рекомендации, направленные на снижение распространенности кардиологических осложнений у пациентов, инфицированных SARS-CoV-2.

**Финансирование:** Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям *ICMJE* (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Cucinotta D, Vanelli M. *WHO Declares COVID-19 a Pandemic*. Acta Biomed. **2020**;91(1):157-160. DOI: 10.23750/abm.v91i1.9397
2. Dong E, Du H, Gardner L. *An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time*. Lancet Infect Dis. **2020**;20(5):533-534. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1
3. Козлов И.А., Тюрин И.Н. *Сердечно-сосудистые осложнения COVID-19 // Вестник анестезиологии и реаниматологии*. **2020**. Т. 17. № 4. С. 14-22. [Kozlov IA, Tyurin IN. *Cardiovascular complications of COVID-19*. Vestnik anesteziologii i reanimatologii. **2020**;17(4):14-22. (in Russ.)]. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-4-14-22. EDN: MKJCLI.
4. *Временные методические рекомендации по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции*. Утверждены Минздравом России, версия 11 от 07.05.2021. URL: [www.rosminzdrav.ru](http://www.rosminzdrav.ru). [Temporary guidelines for the prevention, diagnosis and treatment of a new coronavirus

- infection*. Approved by the Ministry of Health of Russia, version 11 of 05/07/2021. URL: [www.rosminzdrav.ru](http://www.rosminzdrav.ru). (in Russ.)]
5. Kochi AN, Tagliari AP, Forleo GB, et al. *Cardiac and arrhythmic complications in patients with COVID-19*. *J Cardiovasc Electrophysiol*. **2020**;31(5):1003-1008. DOI: 10.1111/jce.14479
  6. Long B, Brady WJ, Koyfman A, Gottlieb M. *Cardiovascular complications in COVID-19*. *Am J Emerg Med*. **2020**;38(7):1504-1507. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.04.048
  7. Wu F, Zhao S, Yu B, et al. *A new coronavirus associated with human respiratory disease in China*. *Nature*. **2020**;579(7798):265-269. DOI: 10.1038/s41586-020-2008-3
  8. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, et al. *SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor*. *Cell*. **2020**;181(2):271-280.e8. DOI: 10.1016/j.cell.2020.02.052
  9. Моргун А.В., Салмин В.В., Бойцова Е.Б., и др. *Молекулярные механизмы белков-мишеней для SARS-CoV-2 (обзор) // Современные технологии в медицине*. **2020**. Т. 12. № 6. С. 98-110. [Morgun AV, Salmin VV, Boytsova EB, et al. *Molecular mechanisms of proteins - targets for SARS-COV-2 (review)*. *Modern Technologies in Medicine*. **2020**;12(16):98-110. (in Russ.)]. DOI: 10.17691/stm2020.12.6.11. EDN: OKIUOS.
  10. Лещенко И.В., Царькова С.А., Лапшин М.А., Аристархова А.М. *Поражение легких при COVID-19 и внебольничной пневмонии у детей: сравнительный клинико-лабораторный анализ // Пульмонология*. **2021**. Т. 31. № 3. С. 296-303. [Leshchenko IV, Tsarkova SA, Lapshin MA, Aristarkhova AM. *Lung damage caused by COVID-19 and community-acquired pneumonia in children: comparative clinical and laboratory analysis*. *Pulmonologiya*. **2021**;31(3):296-303. (in Russ.)]. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-3-296-303. EDN: WBIJEU.
  11. Гусев Е.И., Мартынов М.Ю., Бойко А.Н., и др. *Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) и поражение нервной системы: механизмы неврологических расстройств, клинические проявления, организация неврологической помощи // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. **2020**. Т. 120. № 6. С. 7-16. [Gusev EI, Martynov MY, Boyko AN, et al. *Novel coronavirus infection (COVID-19) and nervous system involvement: pathogenesis, clinical manifestations, organization of neurological care*. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. **2020**;120(6):7-16. (in Russ.)]. DOI: 10.17116/jnevro20201200617. EDN: RNIJKY.
  12. Харитонов Л.А., Османов И.М., Плоскирева А.А., и др. *Поражения органов пищеварения при Covid-19 у детей // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. **2021**. № 1(185). С. 53-66. [Kharitonova LA, Osmanov IM, Ploskireva AA. *Digestional diseases in Covid-19 in children*. *Experimental and Clinical Gastroenterology Journal*. **2021**;1(1):53-66. (in Russ.)]. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-185-1-53-66. EDN: UBQWDF.
  13. Ильченко Л.Ю., Никитин И.Г., Федоров И.Г. *COVID-19 и поражение печени // Архивъ внутренней медицины*. **2020**. Т. 10. № 3(53). С. 188-197. [Ilchenko LY, Nikitin IG, Fedorov IG. *COVID-19 and liver damage*. *Arhiv vnutrennej mediciny*. **2020**;10(3):188-197. (in Russ.)]. DOI: 10.20514/2226-6704-2020-10-3-188-197. EDN: ABJPTS.
  14. Сугралиев А.Б. *Поражения сердца у больных COVID-19 // Кардиология*. **2021**. Т. 61. № 4. С. 15-23. [Sugraliyev AB. *Cardiac involvement in COVID-19*. *Kardiologiya*. **2021**;61(4):15-23. (in Russ.)]. DOI: 10.18087/cardio.2021.4.n1408. EDN: VZCVWA.
  15. Shi S, Qin M, Shen B, et al. *Association of Cardiac Injury With Mortality in Hospitalized Patients With COVID-19 in Wuhan, China*. *JAMA Cardiol*. **2020**;5(7):802-810. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.0950
  16. Williams B, Zhang Y. *Hypertension, renin-angiotensin-aldosterone system inhibition, and COVID-19*. *Lancet*. **2020**;395(10238):1671-1673. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31131-4
  17. Liu D, Zeng X, Ding Z, et al. *Adverse Cardiovascular Effects of Anti-COVID-19 Drugs*. *Front Pharmacol*. **2021**;12:699949. DOI: 10.3389/fphar.2021.699949

18. Aggarwal G, Henry BM, Aggarwal S, Bangalore S. *Cardiovascular Safety of Potential Drugs for the Treatment of Coronavirus Disease 2019*. Am J Cardiol. **2020**;128:147-150. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.04.054
19. Brogi E, Marino F, Bertini P, et al. *Cardiac complications in patients with COVID-19: a systematic review*. J Anesth Analg Crit Care. **2022**;2:18. DOI: 10.1186/s44158-022-00046-7
20. Li B, Yang J, Zhao F, et al. *Prevalence and impact of cardiovascular metabolic diseases on COVID-19 in China*. Clin Res Cardiol. **2020**;109(5):531-538. DOI: 10.1007/s00392-020-01626-9
21. Беляков Н.А., Багненко С.Ф., Рассохин В.В., и др. *Эволюция пандемии COVID-19*. Санкт-Петербург: Балтийский медицинский образовательный центр, **2021**. 410 с. [Belyakov NA, Bagnenko SF, Rassokhin VV, et al. *Evolutsiya pandemii COVID-19 (Evolution of the COVID-19 pandemic)*. St. Petersburg: Baltic Medical Education Center, **2021**. 410 p. (in Russ.)]. EDN: RIKJBL.
22. Inciardi RM, Lupi L, Zaccone G, et al. *Cardiac Involvement in a Patient With Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. JAMA Cardiol. **2020**;5(7):819-824. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.1096
23. Doyen D, Mocerri P, Ducreux D, Dellamonica J. *Myocarditis in a patient with COVID-19: a cause of raised troponin and ECG changes*. Lancet. **2020**;395(10235):1516. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30912-0
24. Zheng YY, Ma YT, Zhang JY, Xie X. *COVID-19 and the cardiovascular system*. Nat Rev Cardiol. **2020**;17(5):259-260. DOI: 10.1038/s41569-020-0360-5
25. Lutchmansingh DD, Knauert MP, Antin-Ozerkis DE, et al. *A Clinic Blueprint for Post-Coronavirus Disease 2019 RECOVERY: Learning From the Past, Looking to the Future*. Chest. **2021**;159(3):949-958. DOI: 10.1016/j.chest.2020.10.067
26. Hu Y, Sun J, Dai Z, et al. *Prevalence and severity of corona virus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis*. J Clin Virol. **2020**;127:104371. DOI: 10.1016/j.jcv.2020.104371
27. Long B, Brady WJ, Koefman A, Gottlieb M. *Cardiovascular complications in COVID-19*. Am J Emerg Med. **2020**;38(7):1504-1507. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.04.048
28. Guo T, Fan Y, Chen M, et al. *Cardiovascular Implications of Fatal Outcomes of Patients With Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. JAMA Cardiol. **2020**;5(7):811-818. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.1017
29. Романов Ю.А. *SARS-CoV-2, COVID-19 и сердечно-сосудистые осложнения: взгляд с позиции сосудистого эндотелия* // Кардиологический вестник. **2022**. Т. 17. № 1. С. 21-28. [Romanov YA. *SARS-COV-2, COVID-19 and cardiovascular complications from the position of vascular endothelium*. Russian Cardiology Bulletin. **2022**;17(1):21-28. (in Russ.)]. DOI: 10.17116/Cardiobulletin20221701121. EDN: QFRPKX.
30. Шишкин А.Н., Князева А.И. *Эндотелиальная дисфункция у больных с ожирением* // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. **2022**. Т. 21. № 3(83). С. 4-11. [Shishkin AN, Knyazeva AI. *Endothelial dysfunction in patients with obesity*. Regional blood circulation and microcirculation. **2022**;21(3):4-11. (in Russ.)]. DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-4-11. EDN: LLAGEC.
31. Zhou F, Yu T, Du R, et al. *Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study*. Lancet. **2020**;395(10229):1054-1062. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30566-3
32. Deng Q, Hu B, Zhang Y, et al. *Suspected myocardial injury in patients with COVID-19: Evidence from front-line clinical observation in Wuhan, China*. Int J Cardiol. **2020**;311:116-121. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.03.087
33. Kuno T, Takahashi M, Obata R, Maeda T. *Cardiovascular comorbidities, cardiac injury, and prognosis of COVID-19 in New York City*. Am Heart J. **2020**;226:24-25. DOI: 10.1016/j.ahj.2020.05.005
34. Beach CM, Faherty E, Pesce M. *Coronavirus disease 2019 and the young heart: prevention, treatment, and return to play*. Curr Opin Pediatr. **2022**;34(5):471-475. DOI: 10.1097/MOP.0000000000001167
35. *Анестезиолого-реанимационное обеспечение пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19: Методические рекомендации*. URL: <http://www.far.org.ru/recommendation>. [Anesthesiological and resuscitation support for patients with a new coronavirus infection COVID-19: Guidelines. URL: <http://www.far.org.ru/recommendation>. (in Russ.)]

36. Aid M, Busman-Sahay K, Vidal SJ, et al. *Vascular Disease and Thrombosis in SARS-CoV-2-Infected Rhesus Macaques*. *Cell*. **2020**;183(5):1354-1366.e13. DOI: 10.1016/j.cell.2020.10.005
37. Jone PN, John A, Oster ME, et al. *SARS-CoV-2 Infection and Associated Cardiovascular Manifestations and Complications in Children and Young Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association*. *Circulation*. **2022**;145(19):e1037-e1052. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001064
38. Шишкин А.Н., Князева А.И. *Ишемическая болезнь сердца и ожирение у больных в постковидном периоде* // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. **2021**. Т. 16. № 1. С. 421-428. [Shishkin AN, Knyazeva AI. *Coronary heart disease and obesity in Post-Covid-19 period patients*. *Zdorov'e - osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. **2021**;16(1):421-428. (in Russ.)]. EDN: LVKKRC.
39. Бубнова М.Г., Аронов Д.М. *COVID-19 и сердечно-сосудистые заболевания: от эпидемиологии до реабилитации* // Пульмонология. **2020**. Т. 30. № 5. С. 688-699. [Bubnova MG, Aronov DM. *COVID-19 and cardiovascular diseases: from epidemiology to rehabilitation*. *Pulmonologiya*. **2020**;30(5):688-699. (in Russ.)]. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-688-699. EDN: MBFPGQ.
40. Павлюкова Е.Н., Скидан В.И., Россейкин Е.В., и др. *Поражение сердца и роль ультразвукового исследования в условиях пандемии COVID-19*. // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. **2021**. Т. 36. № 1. С. 38-48. [Pavlyukova EN, Skidan VI, Rosseikin EV, et al. *Heart damage and the role of ultrasonic research in the COVID-19 pandemic*. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. **2021**;36(1):38-48. (in Russ.)]. DOI: 10.29001/2073-8552-2021-36-1-38-48. EDN: CNIIBQ.
41. Halaby R, Cuker A, Yui J, et al. *Bleeding risk by intensity of anticoagulation in critically ill patients with COVID-19: A retrospective cohort study*. *J Thromb Haemost*. **2021**;19(6):1533-1545. DOI: 10.1111/jth.15310
42. Bessman SP, Geiger PJ. *Transport of energy in muscle: the phosphorylcreatine shuttle*. *Science*. **1981**;211(4481):448-452. DOI: 10.1126/science.6450446
43. *Особенности течения Long-COVID-инфекции. Терапевтические и реабилитационные мероприятия. Клинические рекомендации* // Терапия. **2022**. № 1 (Приложение). С. 1-147. [Features of the course of Long-COVID infection. Therapeutic and rehabilitation measures. Clinical guidelines. *Therapy*. **2022**;1(Supp):1-147. (in Russ.)]. DOI: 10.18565/therapy.2022.1suppl.1-147

## АВТОРЫ [AUTHORS]

✉ Блохин Арсений Андреевич, аспирант Кафедры факультетской терапии Санкт-Петербургского государственного университета; ORCID: 0000-0003-4360-2151; e-mail: senyadiamond@yandex.ru

✉ Blokhin Arseniy Andreevich, PhD student, Department of Faculty Therapy, Saint Petersburg State University; ORCID: 0000-0003-4360-2151; email: senyadiamond@yandex.ru

Шишкин Александр Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий Кафедрой факультетской терапии Санкт-Петербургского государственного университета; ORCID: 0000-0001-5111-2131

Shishkin Alexander Nikolaevich, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Saint Petersburg State University Department of Internal Diseases; ORCID: 0000-0001-5111-2131

Князева Алёна Игоревна, аспирант Кафедры факультетской терапии Санкт-Петербургского государственного университета

Knyazeva Alena Igorevna, PhD student, Department of Faculty Therapy, Saint Petersburg State University

Поступила в редакцию: 13.10.2022

Принята к печати: 28.11.2022

Опубликована: 30.12.2022