

КАРДИОЛОГИЯ/CARDIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.70>

ВЛИЯНИЕ COVID-19 НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Научная статья

Фогель А.В.¹, Босенко И.В.², Босенко А.^{3,*}¹ORCID : 0000-0001-7412-9155;^{1, 2, 3} Пятигорский медико-фармацевтический институт (ПМФИ) – филиал Волгоградского государственного медицинского университета, Пятигорск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (rilma[at]yandex.ru)

Аннотация

Пандемия COVID-19, вызванная вирусом SARS-CoV-2, оказала глубокое воздействие на глобальное здравоохранение, затронув не только органы дыхания. В последние годы исследователи все больше внимания уделяют влиянию COVID-19 на сердечно-сосудистую систему, особенно у детей и подростков, чьи физиологические особенности и иммунный ответ отличаются от взрослых.

Воспалительные осложнения и миокардит. Одним из наиболее серьезных последствий COVID-19 для сердца у молодых пациентов является развитие мультисистемного воспалительного синдрома у детей (MIS-C). MIS-C характеризуется выраженным воспалением, которое может поражать различные органы, включая сердце. Миокардит, воспаление сердечной мышцы, является частым осложнением MIS-C и может приводить к сердечной недостаточности, аритмиям и даже внезапной смерти.

Долгосрочные последствия и функциональные нарушения. Несмотря на то, что большинство детей и подростков с COVID-19 переносят инфекцию в легкой форме, существуют опасения относительно долгосрочных последствий для сердечно-сосудистой системы. Исследования показывают, что у некоторых переболевших могут наблюдаться остаточные функциональные нарушения.

Необходимость дальнейших исследований. Влияние COVID-19 на сердечно-сосудистую систему детей и подростков требует дальнейшего изучения. Необходимы долгосрочные исследования для определения истинной распространенности и характеристик сердечно-сосудистых осложнений после COVID-19, а также для разработки эффективных стратегий профилактики и лечения.

В исследовании приняли участие дети и подростки, перенесшие COVID-19. Были отобраны пациенты в возрасте от 7 до 17 лет, у которых были выявлены кардиальные проявления постковидного синдрома. По истечении 3–6 месяцев от начала заболевания было проведено комплексное обследование. Обследование включало:

- 1) анкетирование по субъективной шкале оценки астении MFI-20;
- 2) электрокардиографию (ЭКГ);
- 3) эхокардиографию;
- 4) биохимический анализ крови.

Холтеровское мониторирование ЭКГ свидетельствовало о необходимости ранней верификации кардиопатий у детей при COVID-19, определения комплекса лечебных и реабилитационных мероприятий, проведения контроля ЭКГ. Кардиальными проявлениями ПКС были аритмический синдром, нарушение проводимости, кардиалгии, лабильная артериальная гипертензия и гипотензия, неспецифические изменения на ЭКГ, сохранение повышенной активности кардиоспецифических маркеров более 3-х месяцев от начала заболевания.

Ключевые слова: COVID-19, постковидный синдром, астенический синдром, аритмический синдром.

THE IMPACT OF COVID-19 ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF CHILDREN AND TEENAGERS

Research article

Fogel A.¹, Bosenko I.V.², Bosenko A.^{3,*}¹ORCID : 0000-0001-7412-9155;^{1, 2, 3} Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, Pyatigorsk, Russian Federation

* Corresponding author (rilma[at]yandex.ru)

Abstract

The COVID-19 pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus has had a profound impact on global health, affecting more than just the respiratory system. In recent years, researchers have increasingly focused on the impact of COVID-19 on the cardiovascular system, especially in children and teenagers, whose physiological characteristics and immune response differ from those of adults.

Inflammatory complications and myocarditis. One of the most serious consequences of COVID-19 for the heart in young patients is the development of multisystem inflammatory syndrome in children (MIS-C). MIS-C is characterised by severe inflammation that can affect various organs, including the heart. Myocarditis, inflammation of the heart muscle, is a common complication of MIS-C and can lead to heart failure, arrhythmias, and even sudden death.

Long-term effects and functional impairments. Although most children and teenagers with COVID-19 experience mild symptoms, there are concerns about long-term effects on the cardiovascular system. Studies indicate that some survivors may experience residual functional impairments.

Necessity of further research. The impact of COVID-19 on the cardiovascular system of children and adolescents requires further study. Long-term studies are needed to determine the true prevalence and characteristics of cardiovascular complications after COVID-19, as well as to develop effective prevention and treatment strategies.

The study involved children and teenagers who had recovered from COVID-19. Patients aged 7 to 17 years who had been diagnosed with cardiac manifestations of post-COVID syndrome were selected. A comprehensive examination was conducted 3–6 months after the onset of the disease. The assessment included:

- 1) questionnaire based on the subjective MFI-20 asthenia assessment scale;
- 2) electrocardiography (ECG);
- 3) echocardiography;
- 4) biochemical blood test.

Holter ECG monitoring indicated the need for early verification of cardiopathies in children with COVID-19, determination of a set of treatment and rehabilitation measures, and ECG monitoring. Cardiac manifestations of PCS included arrhythmic syndrome, conduction disturbances, cardialgia, labile arterial hypertension and hypotension, non-specific changes on the ECG, and persistent elevated activity of cardiac-specific markers for more than 3 months from the onset of the disease.

Keywords: COVID-19, post-COVID syndrome, asthenic syndrome, arrhythmic syndrome.

Введение

Постковидный синдром стал актуальной проблемой в современной педиатрии. Текущие исследования показывают, что состояние может развиваться у пациентов разного возраста и с различными вариантами течения COVID-19 — от бессимптомного носительства до тяжелой дыхательной недостаточности и системного воспаления. На вероятность появления симптомов лонг-ковида влияют такие факторы:

1. Штамм вируса. Патология в 2 раза чаще возникает у детей, зараженных дельта-штаммом, по сравнению с пациентами, которые инфицированы омикроном, в том числе его новыми подтипами.
2. Течение COVID-19. Среди детей с тяжелым вариантом коронавирусной инфекции, которые нуждались в госпитализации и респираторной поддержке, постковидный синдром встречается чаще.
3. Сопутствующие болезни. Риск развития патологии возрастает при наличии аллергических заболеваний, неврологических нарушений, врожденных пороков и хронических болезней бронхолегочной системы.

Постковидный синдром (ПСК) у детей — это симптомокомплекс, возникающий у ребенка с COVID-19 в течение 1–3 месяцев после начала и продолжающийся не менее 2 месяцев. Его развитие обусловлено воспалительным процессом, нарушениями иммунной и нервной регуляции, токсическим действием вируса. Основные симптомы постковида: непереносимость физических нагрузок, расстройства сна, психоэмоциональная неустойчивость, снижение когнитивных функций. Предполагается, что в основе постковидного синдрома у детей лежит комплекс воспалительных и иммунных реакций в ответ на проникновение коронавируса. Системное воспаление сопровождается активацией макрофагов, тучных клеток и эндотелия, которые выбрасывают большое количество цитокинов. Это приводит к повреждению гематоэнцефалического барьера, нарушению кровотока в головном мозге, дисбалансу нейромедиаторов и негативным изменениям глиальных клеток.

После коронавирусной инфекции сохраняется патологический иммунный ответ с аутоагрессией, который вызывает истощение микроглии, системную реакцию Т-клеток, нарушения метаболизма и энергодефицит мозга. Значимую роль играет способность вируса проникать в нервные центры прямым нейрональным путем и через ГЭБ, в результате чего возникают различные неврологические нарушения, дисфункция нейрогуморальной регуляции работы внутренних органов и сердца.

Постковидный миокардит — это вирус-ассоциированное воспаление мышцы сердца, развивающееся вследствие перенесенной новой коронавирусной инфекции. Клиническое течение варьирует от легкого (утомляемость, одышка, дискомфорт в груди) до тяжелого и фатального (аритмия, сердечная недостаточность, кардиогенный шок). Патогеном, вызывающим воспаление сердечной мышцы на фоне COVID-19, служит вирус семейства *Corona viridae* SARS-CoV-2, обладающий выраженной кардиотропностью. S-белок коронавируса нового типа имеет сродство к рецептору АПФ2, который, наряду с эпителием респираторных путей, экспрессируется в клетках многих других органов, в том числе, в кардиомиоцитах. Кроме прямого инфицирования, повреждение миокарда происходит опосредованно — в рамках системного аутоиммунного воспаления.

Вирусную РНК можно выделить из мышечной ткани сердца как в разгар инфекции, так и в течение 6–8 месяцев после нее. В зависимости от давности перенесенной коронавирусной болезни постковидный миокардит может протекать остро (в течение 1 мес.), подостро (от 1 до 3 мес.) или хронически (более 3 мес.). Воспаление миокарда при COVID-19 может развиваться изолированно или сочетаться с перикардитом, эндокардитом, коронаритом, ковидной пневмонией.

Исходными состояниями, на фоне которых чаще возникает постковидный миокардит служат:

- 1) первичные и вторичные кардиомиопатии;
- 2) мультисистемный воспалительный синдром.

Мультисистемный воспалительный синдром у детей — это ассоциированный с COVID-19 симптомокомплекс, встречающийся у детей и подростков, включающий признаки болезни Кавасаки и токсического шока. Клиническая картина представлена лихорадкой, нарушениями функции ЖКТ, менингеальными симптомами, кожной сыпью, конъюнктивитом, гипотонией, миокардитом.

Важнейшую роль в патогенезе играет активация Т-лимфоцитов, гиперпродукция провоспалительных цитокинов (ФНО- α , интерлейкинов 1,2,6,8,10, ГМ-КСФ), отложение иммунных комплексов в сосудистой стенке. Эти механизмы обуславливают развитие мультисистемного воспалительного ответа и объясняют большинство клинико-лабораторных признаков синдрома: лихорадку, гиперферритинемию, коагулопатию, повышение маркеров воспаления.

Методы и принципы исследования

В исследовании приняли участие 70 детей и подростков, перенесших COVID-19. Из этой группы были отобраны 35 пациентов в возрасте от 7 до 17 лет, у которых были выявлены кардиальные проявления постковидного синдрома. Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы и общего самочувствия пациентов через 3 и 6 месяцев от начала заболевания было проведено комплексное обследование. Обследование включало:

1. *Анкетирование по субъективной шкале оценки астении MFI-20 (Multidimensional Fatigue Inventory-20)*: Данная шкала позволяет оценить выраженность различных аспектов усталости и астении, что является одним из частых симптомов ПКС.

2. *Электрокардиография (ЭКГ)*: Стандартный метод оценки электрической активности сердца, позволяющий выявить нарушения ритма и проводимости.

3. *Эхокардиография*: Ультразвуковое исследование сердца, дающее информацию о его структуре и функции.

4. *Биохимический анализ крови*: Включал определение уровня креатинфосфокиназы-МВ (КФК-МВ), тропонина, лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и С-реактивного белка (СРБ). Эти показатели могут свидетельствовать о повреждении сердечной мышцы и наличии воспалительного процесса.

Субъективные жалобы

Среди наиболее частых жалоб, предъявляемых пациентами с кардиальными проявлениями ПКС, преобладали:

- 1) боли и дискомфорт в грудной клетке;
- 2) чувство сердцебиения;
- 3) утомляемость и слабость;
- 4) нарушения сна.

Эти симптомы указывают на значительное влияние постковидного синдрома на повседневную жизнь и самочувствие детей и подростков.

Данные холтеровского мониторингирования ЭКГ

Холтеровское мониторирование ЭКГ, позволяющее непрерывно записывать сердечный ритм в течение суток, выявило следующие изменения у пациентов:

1. *Тахисистолия (учащенное сердцебиение)*: наблюдалась у 16% пациентов.

2. *AV блокада 1 степени*: выявлена у 8,6% пациентов. Это нарушение проводимости между предсердиями и желудочками.

3. *Наджелудочковые экстрасистолы*: зафиксированы у 8,3% пациентов. Это преждевременные сокращения сердца, возникающие выше желудочков.

4. *Желудочковые экстрасистолы на фоне удлинения интервала QT*: обнаружены у 15,8% пациентов. Удлинение интервала QT является фактором риска развития жизнеугрожающих нарушений ритма.

5. *Миграция водителя ритма*: отмечена у 4% пациентов. Это означает, что источник сердечного ритма перемещается в пределах предсердий.

6. *Синусовая аритмия*: эпизоды синусовой аритмии, то есть нерегулярного, но нормального сердечного ритма, были выявлены у 24% пациентов.

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о наличии разнообразных кардиальных проявлений постковидного синдрома у детей и подростков. Субъективные жалобы, такие как боли в грудной клетке, сердцебиение и утомляемость, коррелируют с объективными данными, полученными при инструментальных и лабораторных исследованиях.

Выявленные нарушения ритма и проводимости, такие как тахисистолия, AV блокада 1 степени и экстрасистолия, могут быть следствием прямого воздействия вируса на сердечную мышцу или опосредованного влияния через воспалительные процессы и вегетативную дисфункцию. Особое внимание следует уделить желудочковым экстрасистолам на фоне удлинения интервала QT, поскольку это состояние ассоциировано с повышенным риском развития жизнеугрожающих аритмий.

Астения, оцениваемая по шкале MFI-20, является одним из наиболее распространенных симптомов ПКС и может быть связана как с общим состоянием организма после перенесенной инфекции, так и с кардиальными нарушениями, приводящими к снижению толерантности к физической нагрузке и общей слабости.

Биохимические показатели, такие как КФК-МВ, тропонин, ЛДГ и СРБ, не были представлены в данном фрагменте, однако их анализ мог бы дать дополнительную информацию о наличии миокардита или других воспалительных изменений в сердечной мышце.

Пандемия COVID-19 оставила свой след не только в виде острых респираторных заболеваний, но и в виде долгосрочных последствий, известных как постковидный синдром (ПКС). Особую тревогу вызывает его влияние на сердечно-сосудистую систему у детей, чьи организмы еще находятся в стадии развития. Представленные результаты исследования проливают свет на распространенность и характер кардиальных проявлений ПКС у юных пациентов.

1. Широкий спектр кардиальных нарушений.

Исследование выявило, что **17,5% детей, перенесших COVID-19, имели кардиальные проявления** в рамках постковидного синдрома. Это свидетельствует о значимом влиянии вируса на сердечно-сосудистую систему даже после выздоровления.

2. Сохраняющиеся симптомы и их влияние на качество жизни.

Через три месяца после начала заболевания у значительной части детей сохранялись жалобы, существенно снижающие качество их жизни. К наиболее частым симптомам относились:

– *боли и дискомфорт в грудной клетке*: эти ощущения могут быть связаны с воспалительными процессами в миокарде или перикарде, а также с нарушениями вегетативной нервной системы;

– *чувство сердцебиения*: ощущение учащенного или неритмичного сердцебиения может быть следствием аритмий или повышенной чувствительности к нормальным сердечным сокращениям;

– *утомляемость*: общая слабость и быстрая утомляемость являются частыми спутниками ПКС и могут быть обусловлены как кардиальными, так и другими системными нарушениями.

– *плохая переносимость физической нагрузки*: это один из наиболее инвалидизирующих симптомов, ограничивающий повседневную активность и участие в спортивных мероприятиях.

3. Астенический синдром — доминирующая проблема.

Астенический синдром был диагностирован у впечатляющих 70% пациентов. Это указывает на выраженное нарушение общего самочувствия, снижение работоспособности и эмоциональную лабильность, что, вероятно, тесно связано с кардиальными проявлениями.

4. Нарушения ритма и проводимости — серьезный вызов.

Исследование показало высокую частоту **аритмического синдрома и нарушений проводимости — 67% детей.** Это может проявляться в виде различных видов аритмий (например, синусовой тахикардии, экстрасистолии) и нарушений проведения электрических импульсов по сердцу. Такие состояния требуют тщательного мониторинга и, при необходимости, соответствующего лечения.

5. Вегетативная дисфункция и артериальное давление.

У подростков наблюдались специфические нарушения вегетативной нервной системы, проявляющиеся в виде **лабильной артериальной гипертензии и гипотензии у 23% лиц.** Это говорит о нарушении регуляции сосудистого тонуса и может способствовать развитию других кардиальных симптомов.

6. Маркеры повреждения миокарда и их стойкость.

Повышение уровня **креатинфосфокиназы (КФК-МВ) сохранялось у 17% детей, а лактатдегидрогеназы (ЛДГ) — у 10% детей.** Эти ферменты являются маркерами повреждения сердечной мышцы, и их стойкое повышение может свидетельствовать о продолжающемся воспалительном процессе или остаточных изменениях после перенесенной инфекции.

7. Снижение резистентности и его долгосрочные последствия.

Снижение уровня резистентности в течение 6 месяцев регистрировалось у 43,3% школьников с ПКС. Это может проявляться в виде повышенной восприимчивости к инфекциям, снижения общего иммунитета и ухудшения адаптационных возможностей организма.

8. Сохраняющиеся нарушения ритма и проводимости.

Наряду с проявлениями астенического синдрома, через 6 месяцев от начала заболевания у 67% детей по-прежнему выявлялся аритмический синдром и нарушения проводимости. Это подчеркивает хронический характер некоторых кардиальных последствий ПКС и необходимость длительного наблюдения за такими пациентами.

9. Специфические нарушения ритма:

Оценка результатов ЭКГ выявила ряд специфических нарушений. **Нарушение ритма сердца в виде синусовой тахикардии, подтвержденной результатами ЭКГ, было обнаружено у 43,3% пациентов.** Синусовая тахикардия, особенно при сохраняющейся утомляемости и плохой переносимости нагрузки, может быть признаком дисфункции вегетативной нервной системы или остаточного воспалительного процесса.

10. Постуральная ортостатическая тахикардия — распространенная проблема у подростков.

Особое внимание заслуживает **постуральная ортостатическая тахикардия (ПОТС), которая выявлялась у 50% пациентов.** Гемодинамическими критериями ПОТС у подростков является стойкое, в течение 10 минут, увеличение частоты сердечных сокращений более чем на 40 ударов в минуту при переходе из горизонтального положения в ортостаз при отсутствии артериальной гипотензии. Этот синдром, связанный с нарушением регуляции сердечно-сосудистой системы при изменении положения тела, может быть причиной головокружений, обмороков и ухудшения переносимости физической нагрузки.

Заключение

Данные свидетельствуют о необходимости ранней верификации кардиопатий у детей при COVID-19, определения комплекса лечебных и реабилитационных мероприятий, проведения контроля ЭКГ. Таким образом, COVID-19 оказывает долгосрочное влияние на сердечно-сосудистую систему детей. Ведущими кардиальными проявлениями ПКС являются аритмический синдром и нарушение проводимости, кардиалгии, лабильная артериальная гипертензия и гипотензия, неспецифические изменения на ЭКГ, сохранение повышенной активности кардиоспецифических маркеров более 3-х месяцев от начала заболевания. Симптомами постковидного астенического синдрома у детей и подростков являются пониженная активность, утомляемость, плохая переносимость умственной и физической нагрузки, снижение мотивации к обучению, более выраженные у школьников старшего возраста. Отмечается снижение уровня резистентности к острым респираторным инфекциям у школьников с ПКС в течение 6–12 месяцев после перенесенного COVID-19. Полученные данные свидетельствуют о необходимости ранней верификации кардиопатий у детей при COVID-19, определения комплекса лечебных и реабилитационных мероприятий, проведения контроля ЭКГ и лабораторных показателей в динамике.

При выявлении клинико-лабораторных изменений дети нуждаются в диспансерном наблюдении педиатра и врача детского кардиолога.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Соловьев М.А., Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.70.1>
Гайрабекова Ф.Р., Астраханский Государственный Медицинский Университет, Астрахань Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.70.2>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Solovev M.A., Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.70.1>
Gairabekova F.R., Astrakhan State Medical University, Astrakhan Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.70.2>

Список литературы / References

1. Мартынов А.И. Особенности течения long-COVID-инфекции. Терапевтические и реабилитационные мероприятия : Методические рекомендации / А.И. Мартынов, А.В. Горелов, А.Г. Малявин // Российское научное медицинское общество терапевтов. — 2021. — URL: <https://www.rnmot.ru> (дата обращения: 10.05.2022).
2. Намазова-Баранова Л.С. COVID-19 и дети / Л.С. Намазова-Баранова, А.А. Баранов // Пульмонология. — 2020. — Т. 30, № 5. — С. 609–628. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-609-628
3. Чистякова М.В. «Постковидный» синдром: морфо-функциональные изменения и нарушения ритма сердца / М.В. Чистякова, Д.Н. Зайцев, А.В. Говорин [и др.] // Российский кардиологический журнал. — 2021. — Т. 26, № 7. — С. 4485. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4485
4. Подзолков В.И. Постковидный синдром и тахикардия: теоретические основы и опыт лечения / В.И. Подзолков, А.Е. Брагина, А.И. Тарзиманова [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2021. — Т. 17, № 2. — С. 256–262. DOI: 10.20996/1819-6446-2021-04-08
5. World Health Organization. Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak. — World Health Organization. — URL: <https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases/emergency-use-icd-codes-for-covid-19-disease-outbreak> (accessed: 10.05.2021).
6. Ахмедова Э.Э. Изменения электрограммы у детей с осложненным течением COVID-19 / Э.Э. Ахмедова, О.В. Кожевникова, Э.А. Абашидзе [и др.] // Российский педиатрический журнал. — 2021. — Т. 24 (S). — С. 11.
7. Multisystem inflammatory syndrome in children and adolescents temporally related to COVID-19 : Scientific Brief (15 May 2020) / World Health Organization. — URL: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/multisystem-inflammatory-syndrome-in-children-and-adolescents-with-covid-19> (accessed: 10.05.2021).
8. Кожевникова О.В. Особенности электрокардиограммы при COVID-19 у детей школьного возраста / О.В. Кожевникова, Э.А. Абашидзе, А.П. Фисенко [и др.] // Российский педиатрический журнал. — 2021. — Т. 24, № 6. — С. 372–380. DOI: 10.46563/1560-9561-2021-24-6-372-380
9. Say D. Post-acute COVID-19 outcomes in children with mild and asymptomatic disease / D. Say, N. Crawford, S. McNab [et al.] // The Lancet Child & Adolescent Health. — 2021. — Vol. 5, № 6. — P. e22–e23. DOI: 10.1016/S2352-4642(21)00124-3
10. Smets E.M. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue / E.M. Smets, B. Garssen, B. Bonke [et al.] // Journal of Psychosomatic Research. — 1995. — Vol. 39, № 3. — P. 315–325.
11. Макаров Л.М. Нормативные параметры ЭКГ у детей / Л.М. Макаров, И.И. Киселева, В.В. Долгих [и др.] // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. — 2006. — Т. 85, № 2. — С. 4–11.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Martynov A.I. Osobennosti techeniya long-COVID-infektsii. Terapevticheskie i reabilitatsionnye meropriyatiya [Features of the course of long-COVID infection. Therapeutic and rehabilitation measures] : Guidelines / A.I. Martynov, A.V. Gorelov, A.G. Malyavin // Rossiyskoye nauchnoye meditsinskoye obshchestvo terapevtov [Russian Scientific Medical Society of Therapists]. — 2021. — URL: <https://www.rnmot.ru> (accessed: 10.05.2022). [in Russian]
2. Namazova-Baranova L.S. COVID-19 i deti [COVID-19 and children] / L.S. Namazova-Baranova, A.A. Baranov // Pul'monologiya [Pulmonology]. — 2020. — Vol. 30, № 5. — P. 609–628. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-609-628 [in Russian]
3. Chistyakova M.V. «Postkovidnyy» sindrom: morfo-funktsional'nyye izmeneniya i narusheniya ritma serdtsa [“Post-COVID” syndrome: morpho-functional changes and cardiac arrhythmias] / M.V. Chistyakova, D.N. Zaytsev, A.V. Govorin [et al.] // Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal [Russian Journal of Cardiology]. — 2021. — Vol. 26, № 7. — P. 4485. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4485 [in Russian]
4. Podzolkov V.I. Postkovidnyy sindrom i takhikardiya: teoreticheskiye osnovy i opyt lecheniya [Post-COVID syndrome and tachycardia: theoretical foundations and treatment experience] / V.I. Podzolkov, A.Ye. Bragina, A.I. Tarzimanova [et al.] // Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii [Rational Pharmacotherapy in Cardiology]. — 2021. — Vol. 17, № 2. — P. 256–262. DOI: 10.20996/1819-6446-2021-04-08 [in Russian]
5. World Health Organization. Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak. — World Health Organization. — URL: <https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases/emergency-use-icd-codes-for-covid-19-disease-outbreak> (accessed: 10.05.2021).

6. Akhmedova E.E. Izmeneniya elektrogrammy u detey s oslozhnennym techeniyem COVID-19 [Electrogram changes in children with complicated course of COVID-19] / E.E. Akhmedova, O.V. Kozhevnikova, E.A. Abashidze [et al.] // Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal [Russian Pediatric Journal]. — 2021. — Vol. 24 (S). — P. 11. [in Russian]
7. Multisystem inflammatory syndrome in children and adolescents temporally related to COVID-19 : Scientific Brief (15 May 2020) / World Health Organization. — URL: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/multisystem-inflammatory-syndrome-in-children-and-adolescents-with-covid-19> (accessed: 10.05.2021).
8. Kozhevnikova O.V. Osobennosti elektrokardiogrammy pri COVID-19 u detey shkol'nogo vozrasta [Features of the electrocardiogram in COVID-19 in school-age children] / O.V. Kozhevnikova, E.A. Abashidze, A.P. Fisenko [et al.] // Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal [Russian Pediatric Journal]. — 2021. — Vol. 24, № 6. — P. 372–380. DOI: 10.46563/1560-9561-2021-24-6-372-380 [in Russian]
9. Say D. Post-acute COVID-19 outcomes in children with mild and asymptomatic disease / D. Say, N. Crawford, S. McNab [et al.] // The Lancet Child & Adolescent Health. — 2021. — Vol. 5, № 6. — P. e22–e23. DOI: 10.1016/S2352-4642(21)00124-3
10. Smets E.M. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue / E.M. Smets, B. Garssen, B. Bonke [et al.] // Journal of Psychosomatic Research. — 1995. — Vol. 39, № 3. — P. 315–325.
11. Makarov L.M. Normativnyye parametry EKG u detey [Normative ECG parameters in children] / L.M. Makarov, I.I. Kiseleva, V.V. Dolgikh [et al.] // Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo [Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky]. — 2006. — Vol. 85, № 2. — P. 4–11. [in Russian]