

*Ташлицкий Максим Михайлович  
студент 2 курса  
лечебный факультет  
Московский медицинский университет «РЕАВИЗ»  
Россия, г. Москва  
e-mail: maxtaschlizkij@mail.ru*

*Каминская Ольга Викторовна  
студентка 2 курса  
лечебный факультет  
Московский медицинский университет «РЕАВИЗ»  
Россия, г. Москва*

*Научный руководитель: Павлова О.Е.,  
кандидат биологических наук  
лечебный факультет  
Московский медицинский университет «РЕАВИЗ»  
Россия, г. Москва*

## **СВЯЗЬ КОВИД-19 И ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЦА: ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ, ГРУППЫ РИСКА, РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ**

***Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы взаимосвязи поражения сердечно-сосудистой системы с заболеванием КОВИД-19, пути проникновения вируса в миокард, возможные последствия миокардита, рекомендации при лечении и кардиореабилитации с целью минимизации риска долгосрочных последствий поражения сердечно-сосудистой системы.*

***Ключевые слова:** КОВИД-19, миокардит, аритмия, терапия, кардиореабилитация.*

*Tashlitsky Maxim Mikhailovich  
2nd year student  
medical Faculty  
Moscow Medical University "REAVIZ"  
Russia, Moscow*

*Kaminskaya Olga Viktorovna  
2nd year student  
medical Faculty  
Moscow Medical University "REAVIZ"  
Russia, Moscow*

*Scientific adviser: Pavlova O.E.,  
Candidate of Biological Sciences  
medical Faculty  
Moscow Medical University "REAVIZ"  
Russia, Moscow*

## **THE RELATIONSHIP BETWEEN COVID-19 AND HEART DISEASE: CAUSES OF DEVELOPMENT, RISK GROUPS, RECOMMENDATIONS FOR TREATMENT AND REHABILITATION**

***Abstract:** The article discusses the relationship of damage to the cardiovascular system with COVID-19 disease, ways of virus penetration into the myocardium, possible consequences of myocarditis, recommendations for treatment and cardiac rehabilitation in order to minimize the risk of long-term consequences of damage to the cardiovascular system.*

**Key words:** COVID-19, myocarditis, arrhythmia, therapy, cardiac rehabilitation.

Поражение сердечно-сосудистой системы при коронавирусном заболевании является актуальной проблемой из-за многогранных сердечных симптомов, клинических особенностей и внезапных развитий сердечных осложнений, таких как сердечная недостаточность, миокардит, перикардит, и сердечные аритмии.

В когортном исследовании в 2020 году [6] прямое поражение миокарда у больных вирусом SARS-CoV-2 было зафиксировано в 62% случаев.

Целью статьи является анализ путей действия вируса на сердце, выбор способа лечения с целью минимизации риска долгосрочных последствий поражения сердечно-сосудистой системы и рекомендации к постковидной реабилитации.

В настоящее время общепризнанной основной теорией является проникновение вируса в клетки сердца через мембранные рецепторы ACE2 [7], в норме отвечающие за регуляцию системного артериального давления.

Сердце проявляет повышенную уязвимость к вирусу вследствие обильной экспрессии рецепторов ACE2, оказывающих противовоспалительное действие.

После внедрения в кардиоцит вирус подавляет экспрессию ACE2, вызывая сужение сосудов, миокардит, фиброз и атрофию волокон сердечной мышцы [10].

Пациенты с сердечными инфекциями имеют более агрессивное течение заболевания и более раннюю смертность.

Внедрение вируса SARS-CoV-2 в клетку происходит также при его взаимодействии с сериновой протеазой TMPRSS 2, представленной на мембранах клеток и выступающей в роли корцептора для вируса [18].

Еще одним путем проникновения вируса рассматривается внеклеточная матриксная металлопротеиназа CD 147, известная как базигин (Basigin - BSG), обеспечивающая вход вируса в клетку благодаря способности связываться со спайковым белком вируса [19].

Патофизиология вирусного миокардита представляет собой комбинацию прямого повреждения клеток и Т-лимфоцит-опосредованной цитотоксичности, которая усиливается синдромом цитокинового шторма иммунного ответа хозяина. Интерлейкин 6 (IL-6), является центральным медиатором цитокинового шторма, при котором он управляет провоспалительными реакциями иммунных клеток, включая Т-лимфоциты [20]. Этот процесс вызывает активацию Т-лимфоцитов и дальнейшее высвобождение воспалительных цитокинов, которые стимулируют большее количество Т-лимфоцитов, что приводит к положительной обратной связи иммунной активации и повреждению миокарда.

Развитие перикардита также является особенностью поражения сердца при COVID-19, как часть единого процесса, объединяющего поражение миокарда и перикарда в силу общих системных патогенетических механизмов повреждения сердца вирусом.

Следствием миокардита могут быть аритмии, включающие в себя:

1. Прямое повреждение кардиомиоцитов, нарушающее плазматическую мембрану и электрическую проводимость;
2. Инфекцию перикарда, вызывающая массивный отек;
3. Ишемия вследствие микрососудистых заболеваний после инфицирования перикарда;

4. Возвратные аритмии вследствие фиброза миокарда или рубцов;
5. Провоспалительные цитокины, предрасполагающие к аритмогенности.

Сценарии 1, 2 и 3 могут возникать в остром периоде, тогда как сценарии 4 и 5 возникают при хроническом или зажившем миокардите [20].

На рис. 1 изображены способы проникновения вируса в сердце и последствия инфицирования для ССС.



**Рис. 1. Пути проникновения вируса в сердце и последствия для ССС**

К аритмиям также предрасполагают факторы риска, типичные для вируса COVID-19, такие как гипоксия, вызванная пневмонией, острая почечная недостаточность, а также врожденные проблемы с сердцем и гипертония. Исследования [12] показали, что у 26% пациентов с COVID-19 осложненных перикардитом развивается фибрилляция предсердий. Низкий уровень кислорода способствует анаэробному дыханию, которое понижает клеточный рН и увеличивает внеклеточный уровень калия [13], понижая потенциал действия и увеличивая проводимость между частью сердечных клеток, что приводит к аритмиям.

Острое повреждение почек и обезвоживание могут также привести к электролитным нарушениям, гипокалиемия вызывает удлинение интервала QT, преждевременные сокращения желудочков, желудочковую тахикардию и фибрилляцию желудочков.

У 78,7% пациентов с миокардитом наблюдалась та или иная форма аритмии [20]. Характеристики аритмий различаются при активном и зажившем миокардите, что позволяет предположить, что патофизиология зависит от стадии повреждения миокарда.

В опросе 1197 специалистов-электрофизиологов частота встречаемости брадиаритмии у пациентов с COVID 19 составила 17%, частота тахиаритмии 34%, подтверждая высокие риски аритмии и необходимость ее предвидения при лечении [1].

Частота приобретенной предсердной аритмии среди госпитализированных больных в отделениях интенсивной терапии, на аппарате ИВЛ, составляет 44% по сравнению с 17% в отделениях общей терапии [9], что объясняется сложностью поддержания синусового ритма с ростом электролитных и метаболических нарушений.

Наиболее подвержены риску развития аритмии пациенты с сопутствующими заболеваниями сердца и с исходным интервалом QT более 500 мс. Рекомендуется непрерывный контроль интервала QT серийными ЭКГ, мониторинг уровня электролитов, поддержание уровня калия 5.0, подбор препаратов из протокольного списка, минимально удлиняющих интервал QT, с осторожностью применять такие популярные препараты как димедрол и амитриптилин.

Часть препаратов, используемых для лечения пациентов с Covid-19, таких как гидроксихлорохин, азитромицин и лопинавир, удлиняют интервал QT и вызывают аритмию и желудочковую тахикардию [14].

Некоторые лекарства, например, комбинация лопинавир-ританавир, использующиеся в качестве противовирусного средства, имеют побочный эффект в виде брадиаритмии [15].

Не рекомендуется использовать нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) у пациентов с миокардитом, поскольку они являются известной причиной почечной недостаточности и задержки натрия, что может усугубить острую желудочковую дисфункцию [20].

Перспективным представляется использование эндотелиопротекторов, препятствующих инфицированию эндотелия, прием антагонистов ангиотензин альдостеронной системы, и ингибиторов трансмембранной сериновой протеазы-2 – TMPRSS2.

Подробный перечень препаратов, рекомендуемых при лечении ковид и рекомендации по их применению с целью минимизации последствий для ССС приведены в [21].

У пациентов с постковидным поражением ССС наблюдаются такие сердечные симптомы, как нестабильное сердцебиение, боль в груди, слабость и одышка.

Исследование по изучению стойких последствий COVID-19, проведенное в Италии в 2020 г., показало, что 87% пациентов испытывают постоянную усталость и одышку после через 60 дней после начала заболевания [22]. Наличие у 33% пациентов кашля и одышки в качестве симптомов поражения ССС спустя 60 дней после начала заболевания было отмечено в когортном исследовании, проведенном в Мичигане в 2020 г. [22].

Национальный институт здоровья и клинического совершенствования Великобритании рекомендует начинать активные реабилитационные мероприятия при COVID-19 в подострый период, т. е. в течение первых 30 дней заболевания, для их максимальной клинической эффективности.

Перед формированием программы реабилитационных мероприятий необходима комплексная диагностика пациента; анализ крови, ЭКГ в состоянии покоя, суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру (ХМ ЭКГ), ЭхоКГ, кардиопульмональное нагрузочное тестирование и МРТ сердца с оценкой врачом-кардиологом [23].

Реабилитационные мероприятия со стороны сердца направлены на достижение следующих целей:

1. Восстановление поврежденных участков миокарда;
2. Нормализация кровообращения;
3. Повышение эластичности сосудов;

#### 4. Нормализация работы сердца.

Программы кардиологической реабилитации для пациентов должны быть составлены с учетом индивидуальных особенностей их сердечных осложнений.

Пациентам, перенесшим миокардит, ассоциированный с COVID-19, рекомендован отказ от занятий спортом в течение первых 3–6 месяцев после заболевания с целью уменьшения риска формирования вторичной ХСН. Возобновление тренировок возможно при нормальной систолической функции ЛЖ и удовлетворительных результатах функциональных тестов.

По мнению большинства ведущих мировых экспертов вектор развития кардиореабилитации, должен быть направлен на развитие телемедицинских технологий и реабилитации в домашних условиях.

Рандомизированное контролируемое исследование, проведенное в Италии в 2021 году, сравнило эффективность дистанционной реабилитации в режиме реального времени с традиционной реабилитацией в течение 12 недель. Аппаратная часть удаленной реабилитации состояла из смартфона и носимого на груди датчика. Во время тренировки частота сердечных сокращений и дыхания участников, электрокардиограмма (ЭКГ) в одном отведении в приложении для смартфона передавались на веб-сервер для анализа специалистами. Результаты, оцениваемые на исходном уровне и через 12 недель, с участием 162 пациентов на дистанционной реабилитации не уступали показателям реабилитации контрольной группы в специализированном центре [23].

Кардиологическое общество Австралии и Новой Зеландии (Cardiac Society of Australia and New Zealand, CSANZ) подчеркивает важность мониторинга факторов сердечно-сосудистого риска, в том числе при помощи удаленного мониторингования, и контроля комплаентности пациента в отношении лекарственных препаратов.

Характер питания напрямую влияет на здоровье сердечно-сосудистой системы: Здоровое питание для сосудов после перенесенной болезни представляет собой рацион с высоким содержанием овощей и фруктов,

цельнозерновых круп и нежирных молочных продуктов, диетического мяса птицы.

Для комплексной реабилитации дыхательной и сердечно-сосудистой систем следует заниматься лечебной физкультурой и дыхательной гимнастикой. Аэробные, физические упражнения позволяют постепенно наращивать нагрузку на сердце и сосуды — с этой целью рекомендуются длительные пешие прогулки, скандинавская ходьба, легкий бег, езда на велосипеде.

Отказ от факторов риска, таких как курение и употребление алкогольных напитков способствует более быстрому восстановлению сосудистых структур и сердца.

Наряду с общеукрепляющими упражнениями с применяется медикаментозные препараты, которые могут применяться по назначению врача как самостоятельно, так и в составе комбинированной терапии:

- **Кардиопротекторы**, контролирующие пульс и давление, мочегонные и центральные регуляторы электрической активности сердца.
- **Ангиопротекторы**, способствующие снятию воспаления в стенках сосудов и восстановлению эндотелия.
- **Антиагреганты**, препятствующие слипанию кровяных клеток тромбоцитов и образованию сгустков крови в сосудах для профилактики тромбозов.

Согласно клиническим рекомендациям Министерства здравоохранения РФ, приступать к реабилитации можно сразу после выписки из больницы. Длительность программы зависит от индивидуальных особенностей и состояния пациента. Реабилитацию назначает лечащий врач при выписке из стационара. Состояние пациента оценивается по 6-балльной шкале [24, 25]:

- 1 балл, выдерживает нормальную физическую нагрузку, в реабилитации не нуждается
- 2-3 балла, при физической нагрузке быстро устает, жалуется на одышку, ускоренное сердцебиение, боль в груди. Рекомендуется восстановление на дому с применением телемедицинских технологий.



- 4-5 баллов, сильная слабость, потребность в посторонней помощи даже при небольшой нагрузке. Рекомендуется восстановление в реабилитационном центре.

- 6 баллов и выше, требуется восстановление в высокотехнологичном реабилитационном центре.

В реабилитационные центры пациент направляется как по программам ОМС, так и ДМС. В случае выбора удаленной реабилитации можно записаться на бесплатную домашнюю реабилитацию по полису ОМС на онлайн-платформе **Covid Rehab**.

Выводы:

У пациентов с заболеванием COVID-19 часто возникают сердечно-сосудистые осложнения, включающие в себя повреждение миокарда и перикарда, сердечную недостаточность, аритмии и тромбоэмболические явления.

Поражение сердечно-сосудистой системы является одной из наиболее частых причин смерти при внелегочных проявлениях

Некоторые из лекарств, используемых для лечения COVID-19, также могут вызывать потенциальные сердечные осложнения, поэтому необходимо учитывать патофизиологию аритмии у пациентов с COVID-19 для подбора оптимального лечения.

Медицинскую реабилитацию пациентов с COVID-19 рекомендуется начинать сразу после завершения лечения в стационаре.

Медицинская реабилитация направлена на восстановление функций кровообращения и работы сердца, восстановление толерантности к нагрузкам. Наиболее эффективна комплексная реабилитация, сочетающая лечебную физкультуру и определенные медикаментозные препараты.

В настоящее время большое внимание уделяется развитию телемедицинских технологий и реабилитации в домашних условиях под онлайн-контролем специалистов.

### Список литературы:

1. Varney JA, Dong VS, Tsao T, Sabir M. COVID-19 and arrhythmia: An overview // J Cardiol. 2022. Apr. No 79(4). Pp. 468-475.
2. Yu L, Liu Y, Feng Y. Cardiac arrhythmia in COVID-19 patients // Ann Noninvasive Electrocardiol. 2024. Mar. No 29(2). P. 13105.
3. Azevedo RB, Botelho BG. Covid-19 and the cardiovascular system: a comprehensive review // J Hum Hypertens. 2021. Jan. No 35(1). Pp. 4-11.
4. Siripanthong B, Nazarian S. Recognizing COVID-19-related myocarditis: The possible pathophysiology and proposed guideline for diagnosis and management // Heart Rhythm. 2020. Sep. No 17(9). Pp. 1463-1471.
5. Бу СИ, Постема П.Г., Арбело Э. SARS-CoV-2, COVID-19 и синдромы наследственной аритмии // Ритм сердца. 2020 сентября. № 17(9). С. 1456-1462.
6. Lindner D, Fitzek A, D. Association of Cardiac Infection With SARS-CoV-2 in Confirmed COVID-19 Autopsy Cases // JAMA Cardiol. 2020 Nov 1. No 5(11). С. 1281-1285.
7. Чжоу П, Ян XL, Ван XG, Ху Б., Чжан Л. Вспышка пневмонии, связанная с новым коронавирусом, вероятно, происхождением от летучих мышей // Природа. Март 2020. No. 579(7798). С. 270-273.
8. Medina-Enríquez MM, Lopez-León S, Carlos-Escalante JA, Aponte-Torres Z, Cuapio A, Wegman-Ostrosky T. ACE2: the molecular doorway to SARS-CoV-2 // Cell Biosci. 2020 Dec 30. No 10(1) Pp.148.
9. Brit Long, MD, William J. Brady, MD. Cardiovascular complications in COVID-19 // American Journal of Emergency Medicine. 2020. No 38. Pp. 1504-1507.
10. Ni W, Yang X, Yang D. Роль ангиотензинпревращающего фермента 2 (ACE2) в COVID-19 // Критический уход. 13 июля 2020. № 24 (1). С. 422.
11. Гопинатаннаир Р., Мерчант Ф.М. COVID-19 и сердечные аритмии: глобальный взгляд на характеристики аритмии и стратегии лечения // Интервальная карта Электрофизиол. 2020. Ноябрь. № 59(2). С. 329-336.
12. Angeli F, Spanevello A, Electrocardiographic features of patients with COVID-19 pneumonia // Eur J Intern Med. 2020 Aug. No 78. Pp. 101-106.

13. Kolettis TM. Coronary artery disease and ventricular tachyarrhythmia: pathophysiology and treatment // *Curr Opin Pharmacol*. 2013. Apr. No 13(2). Pp. 210-217.
14. Остроумова О.Д., Голобородова И.В. Влияние отдельных групп лекарственных препаратов на риск удлинения интервала QT // *Consilium Medicum*. 2019. № 10.
15. Орлов ФА, Зайцев АА, Кубенский ГБ, Пантюхова Т.Н. Оценка длительности Интервала Qt У Пациентов С Covid-19 На Фоне лечения гидроксихлорохином и азитромицином // *Consilium Medicum*. 2020. № 12.
16. Щикота А.М., Погонченкова И.В., Турова Е.А., Рассулова М.А. Кардиологическая реабилитация в период пандемии COVID-19: обзор литературы. 2020; 19(11): 6-11.
17. Тозато К, Феррейра. Сердечно-легочная реабилитация у пациентов после COVID-19: серия случаев // *Брас Тер Интенсива*. Январь–март 2021. № 33(1). С. 167–171.
18. Megiorni F., Pontecorvi P. Sex-related factors in cardiovascular complications associated to COVID-19 // *Biomolecules*. 2022. Vol. 12. No 1.
19. Петрищев Н.Н., Халепо О.В., COVID-19 и сосудистые нарушения // *Регионарное кроообращение и микроциркуляция*. 2020. № 19(3). С. 90–98.
20. Сирипантонг Б., Назарян С., Распознавание миокардита, связанного с COVID-19: возможная патофизиология и предлагаемые рекомендации по диагностике и лечению // *Ритм сердца*. 2020. № 17(9). С. 1463-1471.
21. Lee SSE, Ali K. Lang CC. COVID-19-Associated Cardiovascular Complications // *Diseases*. 2021 Jun 29. No 9(3). Pp. 47.
22. Березовская Г.А., Петрищев Н.Н. Поражение сердечно-сосудистой системы при новой коронавирусной инфекции COVID-19 // *Кардиология*. 2022. Т. 10. № 4.
23. Cristina Pecci, Muhammad Ajmal, MD Cardiac Rehab in the COVID-19 Pandemic // *The American Journal of Medicine*. 2021. Vol 134. No 5.

24. Временные методические рекомендации. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Министерство здравоохранения РФ 31.07.2020.

25. Союз реабилитологов России. Шкала реабилитационной маршрутизации (ШРМ). [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://rehabrus.ru/klinicheskie-rekomendaczii.html> (дата обращения: 05.04.2024 г.).