

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.4.1>

УДК: 616-008.3/.5

Тип статьи: Обзор литературы / Articles Review



Патология сердечно-сосудистой системы у лиц, возвращающихся к занятиям спортом после COVID-19

А.С. Шарыкин^{1,2,3}, В.А. Бадтиева^{1,2,4}, А.В. Жолинский², С.А. Парастаев^{2,3}, Д.М. Усманов^{1,2,*}

¹ ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

² ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: обобщить опубликованные в нашей стране и за рубежом данные по диагностике кардиальных осложнений после COVID-19 и сопоставить с собственным опытом обследования таких спортсменов.

Материалы и методы: в качестве научной базы для достижения поставленной цели использовались открытые источники данных (ресурсы eLibrary, Scopus, PubMed и др.), проведен метаанализ 42 отечественных и зарубежных источников литературы по результатам постковидных изменений у спортсменов. Изучены также показатели 11 467 спортсменов в возрасте от 16 до 45 лет, выступающих за сборные команды Москвы и прошедших углубленное медицинское обследование на базе клиники спортивной медицины МНПЦ МРВСМ ДЗ г. Москвы.

Результаты: распространенность миокардита при легком течении COVID-19 у спортсменов не превышает 1 %, а аритмий — 9 %. Для их выявления в большинстве наблюдений достаточно классического сердечно-сосудистого скрининга. В случаях, требующих госпитализации, риски повышаются: для миокардита — до 7,2 %, инфаркта миокарда — 4,7 %, других кардиальных осложнений — до 3–14 % и требуют расширенной диагностики. Для оптимального управления ресурсами в системе здравоохранения предложен рабочий алгоритм обследования спортсменов, возвращающихся к тренировкам после перенесенного COVID-19.

Заключение: при возвращении к занятиям спортом после COVID-19 у симптомных лиц в большинстве случаев достаточно стандартного сердечно-сосудистого скрининга. Однако для выявления возможной латентно протекающей патологии и оценки перспектив для спортсмена необходимы дополнительные обследования, включая нагрузочные тесты и МРТ.

Ключевые слова: спортсмены, постковидная патология, осложнения сердечно-сосудистой системы, допуск к тренировкам

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шарыкин А.С., Бадтиева В.А., Жолинский А.В., Парастаев С.А., Усманов Д.М. Патология сердечно-сосудистой системы у лиц, возвращающихся в спорт после COVID-19. // Спортивная медицина: наука и практика. 2023;13(4):76–90. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.4.1>

Поступила в редакцию: 09.08.2023

Принята к публикации: 10.11.2023

Online first: 26.01.2024

Опубликована: 21.05.2024

*Автор, ответственный за переписку

Pathology of the cardiovascular system in people returning to sports after COVID-19

Alexander S. Sharykin^{1,2,3}, Viktoria A. Badtieva^{1,2,4}, Andrey V. Zholinsky², Sergey A. Parastaev^{2,3},
Damir M. Usmanov^{1,2,*}

¹ Moscow Research and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine
of Moscow Health Care Department, Moscow, Russia

² Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical and Biological Agency,
Moscow, Russia

³ Pirogov Russian National Research Medical University of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

⁴ Sechenov First Moscow State Medical University of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

ABSTRACT

Aim: to summarize the data published in our country and abroad on the diagnosis of cardiac complications after COVID-19 and to compare it with our own experience of examining such athletes.

Materials and methods: open data sources such as eLibrary, Scopus, PubMed etc. were used as a scientific base to achieve the set goal, a meta-analysis of 42 domestic and foreign literature sources was carried out upon the results of post-COVID changes in athletes. Besides that, the indicators of 11467 athletes, aged from 16 to 45 years, were studied who have been playing for the Moscow national team and who passed in-depth medical examination on the basis of Sports Medicine Clinic in Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine.

Results: the prevalence of myocarditis in mild COVID-19 in athletes does not exceed 1 %, arrhythmia does not exceed 9 %. Classical cardiovascular screening is sufficient for their detection in most cases. If hospitalization is necessary, the risks increase for myocarditis up to 7.2 %, for myocardial infarction up to 4.7 %, for other cardiac complications up to 3–14 % and require advanced diagnostics. For optimal resource management in the healthcare system, a working algorithm for examining athletes returning to trainings after a previous COVID-19 is proposed.

Conclusion: in most cases a classical cardiovascular screening is enough for symptomatic individuals returning to sports trainings after the COVID-19. However, additional examinations, including loading tests and MRT, are required to find out possible latent ongoing pathology as well to evaluate prospects for the athlete.

Keywords: athletes, post-COVID pathology, cardiovascular system complications, access to trainings

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Sharykin A.S., Badtieva V.A., Zholinsky A.V., Parastaev S.A., Usmanov D.M. Pathology of the cardiovascular system in people returning to sports after COVID-19. // Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2023;13(4):76–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.4.1>

Received: 09 August 2023

Accepted: 10 November 2023

Online first: 26 January 2024

Published: 21 May 2024

*Corresponding author

1. Введение

Несмотря на все достижения науки, вирусы постоянно угрожают человечеству крупными эпидемиями, которые приводят к повышенной смертности, потере трудоспособности, снижению толерантности к физическим нагрузкам и обострению хронических заболеваний. COVID-19 (новая коронавирусная инфекция, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2) является одной из последних и наиболее значимых инфекций, охватившей более 40 % человеческой популяции [1]. Эта инфекция может затрагивать практически любые системы организма, и прежде всего дыхательную и сердечно-сосудистую. При этом изменения в органах могут формироваться как в острый период заболевания, так

и в последующие месяцы, несмотря на наличие признаков клинического выздоровления.

Актуальность проблемы определяется высокой частотой данной инфекции среди спортсменов в период пандемии. По зарубежным данным, до 15–30 % из них имели положительный анализ на SARS-CoV-2 (вирус, вызывающий COVID-19) [2]. Среди спортсменов из числа членов сборных команд г. Москвы, возвращающихся в спорт после локдауна в 2020–2021 гг., 42,7 % из них (11 467 из 26 854 человек) перенесли эту инфекцию. При этом 88,9 % из переболевших не знали о своем заболевании, а в госпитализации нуждались только 37 (0,32 %) человек.

В настоящее время выделяют бессимптомное течение COVID-19, а также ее протекание в легкой, средней,

тяжелой и критически тяжелой формах [4]. Согласно имеющимся данным, наиболее часто среди спортсменов эта инфекция протекала или бессимптомно или в легкой форме — в 30,3 и 44,6 % случаев соответственно, у 27,8 % спортсменов отмечалась умеренная симптоматика и только 0,2 % из них нуждались в госпитализации [3].

Кроме этого, выделяют понятие постковидного синдрома — клинического состояния, возникающего после эпизода острой инфекции COVID-19, закончившейся клиническим выздоровлением и элиминацией вируса, но характеризующееся утомляемостью и одышкой, неспецифической неврологической симптоматикой, кожными васкулитами, иногда — психическими отклонениями и нарушениями функций отдельных органов, длительностью от трех до шести месяцев и которое нельзя объяснить альтернативным диагнозом. Постковидным синдромом могут страдать от 20 до 40 % пациентов с COVID-19 в анамнезе [5–7]. Разнообразие симптоматики COVID-19 объясняется последствиями цитотоксического воздействия вируса на разные клетки организма, поражениями иммунной и вегетативной нервной систем, эндокринной и метаболической дисфункцией.

Учитывая, что состояние сердечно-легочного континуума является определяющим для успешных занятий спортом, именно на него стали обращать внимание кардиологи и врачи, постоянно работающие со спортсменами. На примере COVID-19 оказалось возможным проследить реакцию организма хорошо тренированных спортсменов на возникновение подобных заболеваний, их течение, развитие возможных осложнений и сохранение спортивной формы.

В связи с этим представляется актуальным описание осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, развивающихся у спортсменов, перенесших COVID-19, а также особенностей состояния здоровья таких спортсменов по данным углубленных медицинских обследований (УМО), проведенных в крупном профильном медицинском учреждении.

2. Риск заражения других участников в спорте

Риск носительства вируса после выздоровления чрезвычайно низок, однако заражение возможно уже после периода самоизоляции или вследствие повторного заболевания. Большинство обследованных в рамках УМО спортсменов имели только анамнестические и/или биохимические свидетельства перенесенной ранее инфекции (ПЦР–, IgM–, IgG+). Тем не менее было выявлено 3167 (27,63 %) бессимптомных лиц с ПЦР+ и IgM+, которые рассматривались как имеющие текущее латентное течение COVID-19.

Выявление положительного случая SARS-CoV-2 должно сопровождаться стандартными ответными мерами, которые могут включать карантин всех спортсменов и исключение тесных контактов на требуемый период.

Как известно, вирус может сохраняться в воздухе до 3 часов и на различных поверхностях до 72 часов [8]. Учитывая это, социальное дистанцирование и использование защитных масок снижает риск передачи за счет уменьшения числа контактов, в то время как усиление гигиенических мер снижает риск развития заболевания, если контакт все же происходит. Необходимо учитывать и специфику видов спорта, так как некоторые из них не могут быть бесконтактными.

В группах спортсменов со средним и высоким риском трансмиссии инфекции (в первую очередь командные виды спорта, единоборства) следует убедиться в полном отсутствии инфицированных лиц. Возобновление занятий следует начинать с занятий в малых группах (до 10 человек) и бесконтактным образом. Отсутствие тесных контактов и деятельность на открытом воздухе снижают риск передачи COVID-19 по сравнению с осуществлением активности в помещении.

3. Осложнения и механизмы развития патологии сердечно-сосудистой системы при COVID-19

Одной из основных задач спортивной медицины является выявление и предупреждение жизнеопасных состояний, способных закончиться внезапной сердечной смертью (ВСС). В связи с этим наибольшее внимание уделяют патологии сердечно-сосудистой системы среди спортсменов и в меньшей степени — заболеваниям дыхательной системы.

В начале пандемии вызывала беспокойство значительная частота повреждений миокарда среди пациентов, госпитализированных с COVID-19, в связи с чем постоянно уточнялась и распространенность патологии сердечно-сосудистой системы среди спортсменов. В консенсусном сообщении 2022 года экспертами American College of Cardiology было показано, что основными причинами дисфункции сердца являются миокардит, острый коронарный синдром (инфаркт миокарда 1-го типа) или ишемия вследствие дисбаланса коронарного кровотока (инфаркт миокарда 2-го типа), стрессовая кардиомиопатия, острое легочное сердце в результате макро- или микролегочной эмболии, коморбидные повреждения миокарда из-за ранее существовавших субклинических болезней сердца [9].

Точный патогенез происходящих процессов до сих пор неизвестен. В качестве возможных механизмов обсуждаются дерегуляция иммунной системы, сосудистое повреждение, эндотелиопатия, гиперкоагуляция с тромбообразованием в микрососудах. Значительная роль отводится нарушению баланса ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Наиболее значимые изменения связаны с функционированием ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2), катализирующего образование ангиотензинов 1–9 и 1–7 из ангиотензина II. Ангиотензин 1–7 индуцирует регионарное и системное расширение сосудов, диурез и натрийурез, а ангиотензин 1–9 повышает биодоступность оксида

азота (NO) за счет стимулирования выброса брадикинина. Активация этих путей обеспечивает противовоспалительное и противofiброзное действие, выполняя функцию защиты сердечно-сосудистой системы, почек и легких. SARS-CoV-2 подавляет АПФ 2, снижает синтез кардиопротективных пептидов и предрасполагает к повреждению сердца и сосудов [5, 10]. А возникшее увеличение активности ангиотензина II сопровождается развитием системной вазоконстрикции, воспаления, фиброза и ремоделирования сердца.

Важными механизмами повреждения являются прямая инвазия вируса в миокард, при которой спайк-белок вызывает цитопатический эффект, основанный на слиянии кардиомиоцитов, а также разрушение митохондрий [11, 12].

Очевидно, что при тяжелом течении COVID-19 присутствуют клинически выраженные симптомы, особенно дыхательные нарушения, на динамику которых в основном и будет обращено внимание врачей, в том числе после выздоровления. При легком течении заболевания диагностика оказывается более сложной, особенно когда первично возникают не респираторные (лихорадка, кашель и т.п.), а атипичные жалобы — на учащенное сердцебиение и стеснение в груди, что может затруднять своевременную диагностику COVID-19. Подобные ситуации опасны латентными последствиями инфекции. Как было показано, даже у спортсменов без кардиальных симптомов или госпитализации может развиваться субклиническое повреждение миокарда, точное время развития которого определить достаточно сложно [2, 13–15]. Таким образом, при решении вопроса о допуске к занятиям спортом необходимо исключить не только повреждения сердца, возникшие в остром периоде, но также изменения, выявленные уже после элиминации вируса в постковидном периоде.

4. Частная патология сердечно-сосудистой системы после перенесенного COVID-19

Миокардит

Это патологическое состояние рассматривается как наиболее важная проблема, связанная с COVID-19. Однако в отличие от госпитализированных больных, среди которых распространенность миокардита может достигать 40 %, у спортсменов в постковидном периоде он встречается гораздо реже — всего 0,6–3 % случаев [9].

Предполагается, что миокардит, способный вызвать сердечную дисфункцию, должен быть диффузным или многоочаговым со значительным количеством инфильтратов и выраженным повреждением миоцитов. В то же время в одном из исследований, в котором были суммированы результаты 277 вскрытий, отмечалось, что подобный миокардит не регистрируется с ожидаемой высокой частотой и до сих пор нет специфической воспроизводимой гистопатологии повреждения миокарда при его повреждении вирусом SARS-CoV-2 [16]. Описания незначительного

воспаления как «миокардита» в этих вскрытиях могут быть попыткой удовлетворить ожидание заболевания, а не представлять собой вирусный миокардит такой степени, которая может вызвать реальное повреждение сердца или смерть. В этом исследовании признаки классического миокардита были выявлены в 7,2 %, немиокардитные инфильтраты — в 12,6 %, очаговая ишемия — в 13,7 %, острый инфаркт миокарда — в 4,7 % случаев, а по крайней мере одно сердечно-сосудистое гистопатологическое отклонение (например, макроваскулярный или микроваскулярный тромб, воспаление или внутрисосудистые мегакариоциты) было отмечено у 47,8 % [16]. Таким образом, фульминантный миокардит как причина смерти встречается редко, а наличие неспецифического воспаления и/или травмы сердца — достаточно частое явление.

Тем не менее следует иметь в виду такую опасность миокардита, как развитие фатальной аритмии вследствие повреждения проводящей системы сердца воспалительными инфильтратами. Подобные находки в обзорной работе Harris и соавт. составили 38 % из 97 случаев внезапной смерти, причиной которой был миокардит [17]. 58 (60 %) смертей наступили во время или сразу после окончания физической активности, в том числе 48 (83 %) из них — в соревновательном спорте. Наиболее часто погибшие спортсмены были футболистами (16 человек (33,3 %)) и баскетболистами (15 человек (31,2 %)).

Миокардит диагностируется чаще с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), информативность которой превосходит другие виды аппаратной диагностики более чем в семь раз [18]. Однако и при использовании данной методики в разных исследованиях частота развития этого состояния колеблется в диапазоне от 0 до 15 %. К тому же отек миокарда, который относительно часто определяется у пациентов, выздоровевших после перенесенной тяжелой формы COVID-19, по-видимому, имеет ограниченные клинические последствия, особенно при отсутствии других симптомов, таких как систолическая дисфункция, повышение уровня сердечных биомаркеров или патологических изменений в электрокардиограмме. Отсутствие нормативных данных о сердце спортсменов, высокая стоимость и трудность с доступом к его выполнению делают логичными рекомендации по использованию МРТ в качестве метода диагностики второй, а не первой линии.

Перикардит

У пациентов после COVID-19 относительно часто отмечают небольшие перикардальные выпоты, но выраженный перикардит с клинической симптоматикой встречается относительно редко. В наиболее крупном исследовании на эту тему среди 571 соревнующегося молодого спортсмена частота вовлечения перикарда в патологический процесс составила 3,2 %, и после временного ограничения нагрузок эти пациенты постепенно вернулись к занятиям спортом [15].

Аритмия

В постковидном периоде наблюдают различные аритмии — предсердные, желудочковые, брадиаритмии. Было выдвинуто предположение о множественных механизмах развития этих состояний, включая электролитные нарушения (гипомагниемия, гипокалиемия), системное воспаление и лекарственную токсичность. К возможным причинам возникновения повышенного риска ВСС относят наличие у вируса спайкового белка, который может напрямую нарушать резерв реполяризации кардиомиоцитов и внутриклеточный обмен кальция, а также вызывать повреждение проводящей системы воспалительными инфильтратами [17, 21]. Было обращено внимание на способность некоторых лекарств (например, противомаларийных) увеличивать продолжительность деполяризации и рефрактерный период волокон Пуркинье, что в конечном счете приводит к нарушению работы атриовентрикулярного узла и/или системы Гиса [19].

В последних публикациях на фоне очень низкой (0,9 %) распространенности миокардита после бессимптомного или малосимптомного течения заболевания в спортивной популяции была выявлена относительно высокая (9 %) частота преждевременных желудочковых сокращений [20]. Среди лиц, которым требуется госпитализация, встречаемость аритмий может быть еще выше (16,7 %). Анализ частоты впервые возникшей патологии сердечно-сосудистой системы среди российских спортсменов, перенесших COVID-19 в легкой форме, продемонстрировал несколько более низкую частоту развития этих состояний. В 4,3 % случаев это были желудочковая экстрасистолия (2,2 %) и изменения зубца Т на ЭКГ (2,1 %) при физической нагрузке.

Однако до настоящего времени риск развития потенциально летальных аритмий у спортсменов с поражением сердца после перенесенной новой коронавирусной инфекции практически неизвестен.

Коронарный атеросклероз

Среди пациентов с кальцинозом коронарных артерий, госпитализированных в связи с COVID-19, часто регистрируют повышенный уровень тропонина и снижение функции левого и/или правого желудочка. Это объясняют несоответствием между повышенной потребностью в кислороде во время тяжелой инфекции и нарушением снабжения миокарда («ишемия несоответствия»). Однако через шесть месяцев после выздоровления связь между указанными выше изменениями и миокардиальной дисфункцией обычно не выявляется [22].

В постковидном периоде вероятность повреждения миокарда значительно снижается. В исследованиях, сообщающих о сердечных аномалиях, верифицированных с использованием МРТ, средневзвешенное значение повышенных уровней тропонина составило 0,65 % у спортсменов и 0 % в контрольной группе, а при эхокардиографических исследованиях — 0,25 и 0 % соответственно

[14]. Таким образом, диагностическое значение определения уровня тропонина в постковидном периоде сравнительно невелико.

Ортостатические расстройства

Прямая связь ортостатических проблем с COVID-19 не доказана, однако после нее отмечают учащение этих состояний. Возможно, они являются следствием поражения кардиоваскулярного сегмента симпатической нервной системы [9, 10, 23] и проявляются двумя основными синдромами: ортостатическими тахикардией и гипотонией.

Ортостатическая тахикардия — устойчивое увеличение ЧСС более чем на 30 ударов в минуту при переходе из положения лежа в вертикальное положение. Ее развитие может сочетаться с развитием целого ряда симптомов, в том числе головокружения, сердцебиения, тремора, дискомфорта в грудной клетке, одышки, слабости, нечеткости зрения и плохой переносимости физической нагрузки.

Ортостатическая гипотония — снижение систолического артериального давления более чем на 20 мм рт. ст. и диастолического артериального давления более чем на 10 мм рт. ст. после трех минут ортостаза. В основе ее развития находится снижение активности симпатической нервной системы и активация блуждающего нерва, что приводит к гипотензии, головокружениям и в конечном счете к синкопе.

Для диагностики этих состояний должны выполняться ортостатические пробы. Для исключения вторичного характера состояния важны тщательный сбор анамнеза, клинический и биохимический анализ крови, дополнительные методы исследования: ЭКГ и холтеровское мониторирование ЭКГ, эхокардиография, тест с физической нагрузкой.

5. Последствия вакцинации

Позитивная роль вакцинации в профилактике и снижении рисков тяжелого течения новой коронавирусной инфекции хорошо известна. В последнее время изучалась ее роль и в предотвращении развития постковидного синдрома. Как было показано Watanabe и соавт., вакцинация, проведенная до инфицирования, снижает риск «длительного» COVID-19 [24].

К сожалению, после использования мРНК-вакцин возможны изменения, подобные вирусному миокардиту (боли в груди, повышение тропонина, отек и фиброз миокарда по данным МРТ). В работе, обобщающей подобные осложнения к 15.03.2022 г. в Великобритании, Европе и США, сообщено о 13 573 случаях миокардита и перикардита [25]. Однако, учитывая большое количество вакцинированных лиц, средняя частота этих случаев была невелика — менее одного случая на 10 000 вакцинаций. Большинство осложнений встретилось среди лиц, получивших вторую дозу вакцины, и они развивались в течение трех дней после ее выполнения. После

других вакцин миокардит регистрировали в гораздо меньшей степени [26].

Считается, что обычно поствакцинальный миокардит протекает с отсутствием неблагоприятных исходов (летальность 0,22 %), а признаки диффузного фиброза миокарда обнаруживают только в подгруппе пациентов, ранее перенесших COVID-19 [27]. Однако очаговый субэпикардиальный фиброз регистрируют как среди переболевших (21 %), так и получивших вакцину (5 %, $p = 0,04$). В то же время при анализе долгосрочных последствий признаков воспаления и дисфункции желудочков у этих лиц не выявлялось [28].

Потеря функциональных возможностей после перенесенного заболевания

Синусовая тахикардия. В здоровом сердце синусовая тахикардия обычно является адекватной компенсаторной реакцией на нагрузку и реже отражает вегетативную дисфункцию. В покое работа сердца спортсмена характеризуется относительной брадикардией, т.к. замедляется более значительно, чем у нетренированного человека. В связи с этим впервые возникшая стойкая тахикардия после COVID-19 требует полноценного кардиологического обследования.

Нарушенная толерантность к физическим нагрузкам. Сопутствующие тахикардии усталость и непе-

реносимость физической нагрузки могут иметь несколько причин, включая изменения в иммунной активности и метаболизме и особенно детренинг. Детренированность представляет собой итоговое состояние, связанное в значительной мере со снижением физической активности по сравнению с исходным уровнем и вероятным длительным постельным режимом (рисунок).

При нарушениях питания и водного режима может развиваться снижение объема плазмы и вторичная атрофия сердца со сдвигом кривой давление–объем в левом желудочке (ЛЖ) (из-за гиповолемии). Это приводит к уменьшению ударного объема при любой степени ортостатической нагрузки и в конечном счете к компенсаторной тахикардии. Подобные последствия были выявлены у 247 пациентов с COVID-19, которые были изолированы дома, а утомляемость и одышка через 6 месяцев были зарегистрированы у 30 и 15 % из них соответственно [29].

Углубленные исследования свидетельствуют о снижении максимального потребления O_2 даже при легком варианте COVID-19 [30]. Наши результаты кардиопульмонального тестирования 569 спортсменов после локдауна 2020 г. также показали, что достигаемое пиковое потребление кислорода по сравнению с периодом до карантина достоверно уменьшилось на 2,1–4,9 мл/мин/кг (или на 6,8–13,9 %) ($p < 0,001$). Основной причиной

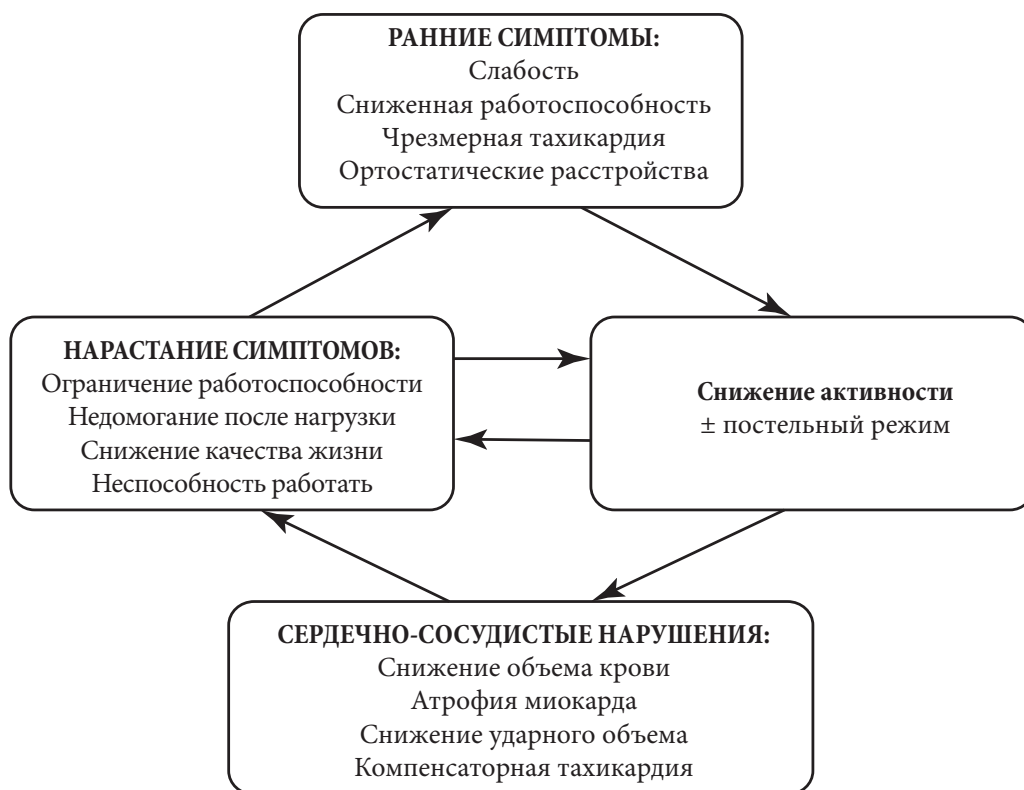


Рис. Потенциальные механизмы формирования детренированного состояния. Адаптировано из [9]
Fig. Potential mechanisms of formation of the deconditioning state. Adapted from [9]

Таблица

План обследования для выявления поражения сердечно-сосудистой и легочной системы у спортсменов, перенесших COVID-19

Table

Examination plan to detect damage to the cardiovascular and pulmonary systems in athletes who have had COVID-19

Этап	Факторы и компоненты, подлежащие выявлению и анализу	Особенности трактовок выявленных изменений	Примечания
Анамнез, жалобы	1. Вероятность перенесенного или текущего COVID-19 (подтвержденного ПЦР или клинически обоснованного заболевания) и его тяжесть. 2. Проводилась ли вакцинация от COVID-19. Особое внимание к мРНК-вакцинам: BNT162b2 (Comirnaty, Pfizer/BioNTech); mRNA-1273 (Spikevax, Moderna). 3. Диагноз миокардита, пневмонии или аритмии в период заболевания и после него. 4. Наличие постнагрузочной усталости, одышки, кашля, болей в грудной клетке, чувство сердцебиения, эпизодов обмороков (при отсутствии ранее существовавшей у спортсмена кардиоваскулярной патологии). 5. Прием антикоагулянтов ранее и в настоящее время. 6. Наличие COVID-19 в семье в пределах одного месяца	При наличии в анамнезе COVID-19, мРНК-вакцинации, миокардита, пневмонии или аритмии показано проведение соответствующих исследований, исключающих заболевания в настоящее время	Риск кровотечений у спортсменов, получающих антагонисты витамина К или прямые ингибиторы тромбина или фактора Ха, увеличивается в видах спорта, в которых могут возникнуть столкновения, и спортсменов следует предупредить, чтобы они избегали этих видов спорта
Физикальное обследование	1. Объективный осмотр (в т. ч. осмотр зева), наличие лихорадки. 2. Аускультация сердца и легких. 3. Измерение ЧСС (высокая ЧСС в состоянии покоя) и оценка правильности ритма. 4. Измерение АД	1. Признаков текущего респираторного заболевания нет. 2. Аускультативных признаков патологии сердца или легких нет. 3. ЧСС и АД находятся в допустимых границах	Спортсмен не опасен для окружающих. Патология ССС маловероятна. Дальнейшее обследование может быть ограничено типовым УМО
ЭКГ	Оцениваются следующие компоненты: наличие аритмии, экстрасистол; инверсия зубца Т в двух и более грудных отведений; подъем сегмента ST без реципрокной депрессии сегмента ST и/или удлинения продолжительности комплекса QRS; удлинение интервала QTc	При наличии патологических компонентов ЭКГ их оценка проводится в соответствии с методическими рекомендациями ФМБА [31]	
ЭхоКГ	Оцениваются следующие компоненты: дилатация или гипертрофия желудочков, превышающая референсные значения для данной спортивной дисциплины [31]; аномалии движения стенок желудочков (гипокинезия, акинезия, дискинезия); аномальная деформации (конфигурация) желудочков; систолическая и диастолическая функция желудочков; выпот в полости перикарда	При наличии патологических компонентов эхоКГ их оценка проводится в соответствии с методическими рекомендациями ФМБА [31]	Нет подтверждений прямой корреляции между интенсивностью симптомов COVID-19 и фракцией выброса ЛЖ

Таблица. Продолжение
Table. Continuation

Этап	Факторы и компоненты, подлежащие выявлению и анализу	Особенности трактовки выявленных изменений	Примечания
Нагрузочный тест	Оцениваются следующие компоненты: появление аритмии или усиление проявлений ранее регистрируемой аритмии, экстрасистолии; гипертоническая/гипотоническая реакция; снижение толерантности к нагрузке по сравнению с периодом до заболевания	При наличии указанных изменений показано проведение лечебных и реабилитационных мероприятий	Аритмии при нагрузочном тесте выявляются чаще, чем при обычном ХМ [20]
Лабораторные анализы	Тропонин (у лиц, имевших ранее его повышенный уровень или явную сердечную симптоматику, в т. ч. в острой фазе COVID-19), СРБ, общий анализ крови. При подозрении на текущую вирусную инфекцию — ПЦР тест на выявление SARS-CoV-2	Наличие признаков воспаления или текущей инфекции требует оценки вовлеченности миокарда	1. Ни в одном исследовании не сообщалось о четкой взаимосвязи между повышенным уровнем тропонина и сердечными аномалиями при визуализирующих исследованиях. 2. Нет прямой корреляции между интенсивностью симптомов COVID-19 и уровнями тропонина, натрийуретических пептидов или СРБ
Особенности допуска к занятиям спортом	При наличии острого заболевания в легкой форме допуск к тренировкам не ранее чем через 7 дней после выздоровления. При вовлеченности миокарда — избегать серьезной физической нагрузки в течение 3–6 мес. Проводимая терапия: при сниженной ФВ — лечение сердечной недостаточности; при вовлеченности перикарда — нестероидные противовоспалительные препараты, колхицин; антиаритмическая терапия (бета-блокаторы, блокаторы кальциевых каналов); при повреждении легких — стероиды; физическая и психическая реабилитация. Повторная кардиологическая консультация, включая ЭКГ, эхоКГ, МРТ, через 3–6 месяцев (в зависимости от наличия симптомов). При отсутствии признаков кардита — нагрузочный тест, по результатам которого осуществляется допуск к тренировкам. <i>Примечание:</i> не опубликовано никаких исследований или предложений по конкретным фармакологическим методам лечения, нацеленным на повреждение сердца, связанное с COVID-19.		

может быть длительный период детренинга, а не структурные повреждения сердца.

6. Схемы обследования спортсменов при возвращении в спорт

В литературе обсуждаются различные варианты обследований для выявления поражения сердечно-сосудистой системы у пациентов, перенесших COVID-19, в зависимости от критериев оценки заболевания, доступных методов диагностики и других данных. В консенсусных рекомендациях опираются на три исследования: ЭКГ, эхоКГ, уровень тропонина в крови [9]. Однако, как упоминалось ранее, тропонин сам по себе является недостаточно чувствительным тестом, а остальные исследования для прогноза поражения сердца должны рассматриваться в сочетании с определенными симптомами. МРТ является более эффективным методом выявления поражения сердца, однако дорогим, и показания к нему должны базироваться на клинических и иных свидетельствах возможного повреждения миокарда.

Из большинства сообщений следует, что при легком течении COVID-19 и отсутствии явных осложнений может быть достаточно классического сердечно-сосудистого скрининга, что гарантирует оптимальное управление ресурсами в системе здравоохранения. Однако, учитывая возможные скрытые последствия заболевания, целесообразно опираться на определенные диагностические

схемы, позволяющие исключить латентно протекающую патологию. Анализ литературы и собственный опыт авторов позволяет нам опираться на следующий алгоритм обследования спортсменов, возвращающихся к тренировкам после перенесенного COVID-19 (таблица).

7. Заключение

Дискуссия о необходимости расширенного кардиореспираторного скрининга у спортсменов после инфицирования SARS-CoV-2 все еще остается открытой из-за стоимости и трудностей (практических и эмоциональных) в доступе к аппаратным видам исследований, особенно в регионах, где количество спортсменов, нуждающихся в этом, велико. Для выявления постковидной патологии у симптомных лиц в большинстве случаев может быть достаточно классического сердечно-сосудистого скрининга. Однако для оценки степени ее тяжести и возможных перспектив для спортсмена необходимы дополнительные обследования, алгоритм которых предлагается в настоящем сообщении.

Обнадеживающим для спортсменов является сравнительно невысокая частота серьезного поражения миокарда у них (около 4 % в среднем по данным МРТ). Однако полученные к настоящему времени данные включают небольшой размер выборок и неоднородность данных, в связи с чем имеющиеся предварительные результаты должны быть подтверждены будущими расширенными исследованиями.

Вклад авторов:

Шарыкин Александр Сергеевич — идея, сбор и анализ литературных данных, подготовка рукописи;

Бадтиева Виктория Асланбековна — организация исследования, подготовка рукописи;

Жолинский Андрей Владимирович — сбор и анализ литературных данных;

Парастаев Сергей Андреевич — сбор и анализ литературных данных, экспертная оценка;

Усманов Дамир Мунирович — анализ литературных данных, редактирование рукописи.

Author contributions:

Alexander S. Sharykin — idea, collection and analysis of literary data, preparation of the manuscript;

Victoria A. Badtieva — organization of research, preparation of the manuscript;

Andrey V. Zholinsky — collection and analysis of literary data;

Sergey A. Parastayev — collection and analysis of literary data, expert evaluation;

Damir M. Usmanov — analysis of literary data, editing of the manuscript.

Литература / References

1. COVID-19 Cumulative Infection Collaborators. Estimating global, regional, and national daily and cumulative infections with SARS-CoV-2 through Nov 14, 2021: a statistical analysis. *Lancet*. 2022;399(10344):2351–2380. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00484-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00484-6)
2. Udelson J.E., Rowin E.J., Maron B.J. Return to Play for Athletes After COVID-19 Infection: The Fog Begins to Clear. *JAMA Cardiol*. 2021;6(9):997–999. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2021.2079>
3. Romagnoli S., Sbröllini A., Marcantoni I., Morettini M., Burattini L. Review on Cardiorespiratory Complications after SARS-CoV-2 Infection in Young Adult Healthy Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5680. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095680>

4. COVID-19 Treatment Guidelines Panel. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. National Institutes of Health. Available at: <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>.

5. Elseidy S.A., Awad A.K., Vorla M., Fatima A., Elbadawy M.A., Mandal D., Mohamad T. Cardiovascular complications in the Post-Acute COVID-19 syndrome (PACS). *Int. J. Cardiol. Heart Vasc*. 2022;40:101012. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2022.101012>

6. Fritsche L.G., Jin W., Admon A.J., Mukherjee B. Characterizing and Predicting Post-Acute Sequelae of SARS CoV-2 Infection (PASC) in a Large Academic Medical Center in the US. *J. Clin. Med*. 2023;12(4):1328. <https://doi.org/10.3390/jcm12041328>

7. O'Brien K.K., Brown D.A., McDuff K., St Clair-Sullivan N., Solomon P., Chan Carusone S., et al. Conceptualising the episodic nature of disability among adults living with Long COVID: a qualitative study. *BMJ Glob. Health*. 2023;8(3):e011276. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2022-011276>

8. Van Doremalen N., Bushmaker T., Morris D., Holbrook M.G., Gamble A., Williamson B.N., et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N. Engl. J. Med.* 2020;382(16):1564–1567. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
9. Writing Committee; Gluckman T.J., Bhavne N.M., Allen L.A., Chung E.H., Spatz E.S., Ammirati E., et al. 2022 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Cardiovascular Sequelae of COVID-19 in Adults: Myocarditis and Other Myocardial Involvement, Post-Acute Sequelae of SARS-CoV-2 Infection, and Return to Play: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022;79(17):1717–1756. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.02.003>
10. Методические рекомендации «Особенности течения Long-COVID-инфекции. Терапевтические и реабилитационные мероприятия». Терапия. 2022;1 (Приложение):1–147. [Guidelines “Peculiarities of the course of Long-COVID infection. Therapeutic and rehabilitation measures. Therapy. 2022;1 (Appendix):1–147. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18565/therapy.2022.1suppl.1-147>
11. Navaratnarajah C.K., Pease D.R., Halfmann P.J., Taye B., Barkhymer A., Howell K.G., et al. Wanek Family Program for HLHS-Stem Cell Pipeline. Highly Efficient SARS-CoV-2 Infection of Human Cardiomyocytes: Spike Protein-Mediated Cell Fusion and Its Inhibition. *J. Virol.* 2021;95(24):e0136821. <https://doi.org/10.1128/JVI.01368-21>
12. Chang X., Ismail N.I., Rahman A., Xu D., Chan R.W.Y., Ong S.G., Ong S.B. Long COVID-19 and the Heart: Is Cardiac Mitochondria the Missing Link? *Antioxid Redox Signal.* 2023;38(7-9):599–618. <https://doi.org/10.1089/ars.2022.0126>
13. Dores H., Cardim N. Return to play after COVID-19: a sport cardiologist’s view. *Br. J. Sports Med.* 2020;54(19):1132–1133. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102482>
14. van Hattum J.C., Spies J.L., Verwijs S.M., Verwoert G.C., Planken R.N., Boekholdt S.M., et al. Cardiac abnormalities in athletes after SARS-CoV-2 infection: a systematic review. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2021;7(4):e001164. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2021-001164>
15. Cavigli L., Cillis M., Mochi V., Frascaro F., Mochi N., Hajdarevic A., et al. SARS-CoV-2 infection and return to play in junior competitive athletes: is systematic cardiac screening needed? *Br. J. Sports Med.* 2022;56(5):264–270. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104764>
16. Halushka M.K., Vander Heide R.S. Myocarditis is rare in COVID-19 autopsies: cardiovascular findings across 277 postmortem examinations. *Cardiovasc. Pathol.* 2021;50:107300. <https://doi.org/10.1016/j.carpath.2020.107300>
17. Harris K.M., Mackey-Bojack S., Bennett M., Nwaudu D., Duncanson E., Maron B.J. Sudden Unexpected Death Due to Myocarditis in Young People, Including Athletes. *Am. J. Cardiol.* 2021;143:131–134. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.12.028>
18. Daniels C.J., Rajpal S., Greenshields J.T., Rosenthal G.L., Chung E. H., Terrin M., et al. Prevalence of clinical and subclinical myocarditis in competitive athletes with recent SARS-CoV-2 infection results from the big ten COVID-19 cardiac registry. *JAMA Cardiology.* 2021;6(9):1078–1087. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2021.2065>
19. Kochi A.N., Tagliari A.P., Forleo G.B., Fassini G.M., Tondo C. Cardiac and arrhythmic complications in patients with COVID-19. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2020;31(5):1003–1008. <https://doi.org/10.1111/jce.14479>
20. Maestrini V., Penza M., Filomena D., Birtolo L.I., Monosilio S., Lemme E., et al. Low prevalence of cardiac abnormalities in competitive athletes at return-to-play after COVID-19. *J. Sci. Med. Sport.* 2023;26(1):8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.10.015>
21. Clemens D.J., Ye D., Zhou W., Kim C.S.J., Pease D.R., Navaratnarajah C.K., et al. SARS-CoV-2 spike protein-mediated cardiomyocyte fusion may contribute to increased arrhythmic risk in COVID-19. *PLoS One.* 2023;18(3):e0282151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282151>
22. Groen R.A., de Graaf M.A., Stöger J.L., van Dijkman P.R.M., Jukema J.W., Schalij M.J., Geelhoed J.J.M., Antoni M.L. Coronary calcium score in COVID-19 survivors: Association with cardiac injury and cardiac function after 6 weeks. *Am. Heart J. Plus.* 2023;27:100280. <https://doi.org/10.1016/j.ahjo.2023.100280>
23. Воробьев П.А., ред. Рекомендации по ведению больных с коронавирусной инфекцией COVID-19 в острой фазе и при постковидном синдроме в амбулаторных условиях. [Vorobiev P.A., ed. Recommendations for the management of patients with coronavirus infection COVID-19 in the acute phase and with post-COVID syndrome on an outpatient basis. (in Russ.) Available at: https://guidelines.mgnot.ru/v2_2021 (accessed 04 January 2023)]
24. Watanabe A., Iwagami M., Yasuhara J., Takagi H., Kuno T. Protective effect of COVID-19 vaccination against long COVID syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Vaccine.* 2023;41(11):1783–1790. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2023.02.008>
25. Lane S., Yeomans A., Shakir S. Reports of myocarditis and pericarditis following mRNA COVID-19 vaccination: a systematic review of spontaneously reported data from the UK, Europe and the USA and of the scientific literature. *BMJ Open.* 2022;12(5):e059223. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-059223>; Erratum: *BMJ Open.* 2022;12(7):e059223corr1
26. Patone M., Mei X.W., Handunnetthi L., Dixon S., Zaccardi F., Shankar-Hari M., et al. Risks of myocarditis, pericarditis, and cardiac arrhythmias associated with COVID-19 vaccination or SARS-CoV-2 infection. *Nat. Med.* 2022;28(2):410–422. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01630-0>
27. Gröschel J., Bhoyroo Y., Blaszczyk E., Trauzeddel R.F., Viezzer D., Saad H., Fenski M., Schulz-Menger J. Different Impacts on the Heart After COVID-19 Infection and Vaccination: Insights From Cardiovascular Magnetic Resonance. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022;9:916922. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.916922>
28. Mustafa Alhussein M., Rabbani M., Sarak B., Dykstra S., Labib D., Flewitt J., et al. Natural History of Myocardial Injury After COVID-19 Vaccine-Associated Myocarditis. *Can. J. Cardiol.* 2022;38(11):1676–1683. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2022.07.017>
29. Blomberg B., Mohn K.G., Brokstad K.A., Zhou F., Linchausen D.W., Hansen B.A., et al.; Bergen COVID-19 Research Group; Cox R.J., Langeland N. Long COVID in a prospective cohort of home-isolated patients. *Nat. Med.* 2021;27(9):1607–1613. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01433-3>
30. Šliž D., Wiecha S., Ulaszewska K., Gąsior J.S., Lewandowski M., Kasiak P.S., Mamcarz A. COVID-19 and athletes: Endurance sport and activity resilience study-CAESAR study. *Front. Physiol.* 2022;13:1078763. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1078763>
31. Поляев Б.А., Шляхто Е.В., ред. Пособие по критериям допуска совершеннолетних лиц к занятиям спортом в соответствии с видом спорта, полом и возрастом при заболеваниях, патологических состояниях и отклонениях со стороны сердечно-сосудистой системы. Москва; Рязань: ГУП РО «Рязанская областная типография»; 2022. Polyayev B.A., Shlyakhto E.V., eds. A manual on the criteria for admission of adults to sports in accordance with the type of sport, gender and age for diseases, pathological conditions and deviations from the cardiovascular system. Moscow; Ryazan: GUP RO “Ryazan Regional Printing House”; 2022. (In Russ.)

Информация об авторах:

Шарыкин Александр Сергеевич, д.м.н., профессор кафедры госпитальной педиатрии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1; врач-кардиолог, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия, 105120, г. Москва, улица Земляной вал, 53, стр 1; ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, г. Москва, ул. Б. Дорогомиловская, 5. <https://orcid.org/0000-0002-5378-7316> (sharykin1947@mail.ru)

Бадтиева Виктория Асланбековна, д.м.н., член-корреспондент РАН, заведующая филиалом №1, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия, 105120, г. Москва, улица Земляной вал, 53, стр 1; профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, 5. <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X> (vbadtieva@gmail.com)

Жолинский Андрей Владимирович, к.м.н., директор ФГБУ «Федеральный научно клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомиловская ул., 5. <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761> (zholinskiiAV@sportfmba.ru)

Парастаев Сергей Андреевич, д.м.н., профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 117513, Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 6; заместитель директора по научной работе ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Россия, 121059, Москва, ул. Большая Дорогомиловская, 5. <https://orcid.org/0000-0002-2281-9936> (ParastaevSA@sportfmba.ru)

Усманов Дамир Мунирович*, врач по спортивной медицине отдела медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнований «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» Россия, 121059, Москва, ул. Большая Дорогомиловская ул., 5; аспирант ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, ул. Земляной Вал, 53. <https://orcid.org/0000-0003-1129-8271> (damirmed@mail.ru).

Information about the authors:

Alexander S. Sharykin, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Hospital Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, 117997, Moscow, Ostrovityanova str., 1; cardiologist, Moscow Research and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department; Russia, 105120, Moscow, Zemlyanoy Val str., 53, building 1; Leading Researcher, Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical and Biological Agency, Russia, 121059, Moscow, Bolshaya Dorogomilovskaya str., 5. <https://orcid.org/0000-0002-5378-7316> (sharykin1947@mail.ru)

Victoria A. Badtieva, Dr. Sci. (Medicine), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of Branch No. 1, Moscow Research and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Russia, 105120, Moscow, Zemlyanoy Val str., 53, building 1; Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology, Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, 119991, Moscow, ул. Trubetskaya str., 8, building 2; Leading Researcher Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical and Biological Agency, Russia, 121059, Moscow, Bolshaya Dorogomilovskaya str., 5. <https://orcid.org/0000-0003-4291-679X> (vbadtieva@gmail.com)

Andrey V. Zholinskiy, Cand. Sci. (Medicine), Director of Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Russia, 121059, Moscow, Bolshaya Dorogomilovskaya str., 5. <https://orcid.org/0000-0002-0267-9761> (fnkcsms@sportfmba.ru)

Sergey A. Parastaev, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Culture of the Pirogov Russian National Research Medical University, Russia, 117997, Moscow, Ostrovityanova str., 1; Deputy Director for Research of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Russia, 121059, Moscow, Bolshaya Dorogomilovskaya str., 5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-9936> (ParastaevSA@sportfmba.ru)

Damir M. Usmanov*, sports medicine doctor of the Department of Medical Support for sports teams and competitions, Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical and Biological Agency, Russia, 121059, Moscow, Bolshaya Dorogomilovskaya str., 5; postgraduate student, Moscow Research and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, Russia, 105120, Moscow, Zemlyanoy Val str., 53, building 1. <https://orcid.org/0000-0003-1129-8271> (damirmed@mail.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author