

Н.В. Рылова, Н.В. Аксенова

**ИЗМЕНЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
НА ФОНЕ ИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

Резюме

Цель: обобщение и анализ современных данных о влиянии интенсивных физических нагрузок на сердечно-сосудистую систему спортсменов.

Материал и методы: выполнен анализ данных отечественной и зарубежной литературы о влиянии занятий профессиональным спортом на сердечно-сосудистую систему и продолжительность жизни атлетов. Поиск проводился с использованием электронных баз данных MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY, PubMed и Google Академия за период с 2014 г. по 2024 г. Для поиска мы использовали ключевые слова и их сочетания: «физическая активность», «спортсмены», «сердечно-сосудистые заболевания».

Результаты: несмотря на сообщения о неблагоприятном воздействии чрезмерных физических нагрузок на организм человека, последние данные свидетельствуют о том, что профессиональные спортсмены в среднем живут дольше, чем люди, не занимающиеся спортом. При этом интенсивные занятия спортом ассоциированы со значительными изменениями деятельности сердечно-сосудистой системы. Было показано, что у атлетов, занимающихся видами спорта на выносливость, наблюдается повышенная частота выявления нарушений ритма и проводимости (фибрилляция и трепетание предсердий, желудочковая тахикардия, атриовентрикулярные блокады, удлинение интервала QT и т.д.). Кроме того, у профессиональных спортсменов велика вероятность развития структурных изменений сердца. Существуют данные о том, что атлеты, занимающиеся силовыми и игровыми видами спорта, имеют более высокий уровень артериального давления и чаще страдают от гипертензии, чем атлеты аэробных дисциплин. Также у спортсменов силовых видов спорта наблюдается повышенный риск развития дилатации аорты, что может приводить к аортальной регургитации.

Ключевые слова: физическая активность, спортсмены, сердечно-сосудистые заболевания

Для цитирования: Рылова Н.В., Аксенова Н.В. Изменения деятельности сердечно-сосудистой системы на фоне интенсивных физических нагрузок // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №2. С. 40–45. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-2-40-45

N.V. Rylova, N.V. Aksenova

Changes in the Activity of the Cardiovascular System Against the Background of Intense Physical Exertion

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Rylova Natal'ya Victorovna: rilovanv@mail.ru

Abstract

Purpose: to provide up-to-date data on the life expectancy of athletes, as well as to study the effect of intense physical activity on the cardiovascular system of an athlete.

Material and methods: the data of domestic and foreign literature on the impact of professional sports on the cardiovascular system and life expectancy of athletes were analyzed. The search was carried out using electronic databases MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY, PubMed and Google Academy for the period from 2014 to 2024. For the search, we used keywords and their combinations: "physical activity", "athletes", "cardiovascular diseases".

Results: despite reports of the dangers of excessive physical activity on the human body, recent evidence suggests that professional athletes, on average, live longer than non-athletes. At the same time, intensive sports activities are associated with significant changes in the activity of the cardiovascular system. It has been shown that athletes involved in endurance sports have an increased incidence of arrhythmia and conduction disorders (atrial fibrillation, ventricular tachycardia, atrioventricular blockade, QT prolongation, etc.). In addition, professional athletes are more likely to develop structural changes in the heart. There is evidence that athletes involved in strength and team sports have higher blood pressure levels and more often suffer from prehypertension and hypertension than athletes in aerobic disciplines. Also, athletes of strength sports have an increased risk of developing aortic dilatation, which can lead to aortic regurgitation.

Keywords: physical activity, athletes, cardiovascular disease

For citation: Rylova NV, Aksenova NV. Changes in the Activity of the Cardiovascular System Against the Background of Intense Physical Exertion. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.2:40-45. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-2-40-45

Введение

Низкая физическая активность и ожирение являются одними из основных факторов, приводящих к снижению продолжительности жизни и инвалидности. Отсутствие физической активности формирует повышенный риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, ответственных за наибольшее количество смертей во всем мире [1]. В настоящее время доказано, что увеличение ежедневной активности на единицу максимального метаболического эквивалента рабочей нагрузки (MET) снижает вероятность смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 15% [2]. В другом исследовании сообщается об уменьшении заболеваемости раком и смертности от всех причин в группе физически активных людей по сравнению с контролем [3]. При этом данная взаимосвязь сохранялась даже после учета таких факторов, как курение, потребление алкоголя, увеличенное соотношение окружности талии и бедер и низкое социально-экономическое положение, что подчеркивает важность физических упражнений для профилактики рака.

Несмотря на пользу, связанную с регулярными занятиями физкультурой, существует множество доказательств того, что физические нагрузки, превышающие определенные пороговые значения объема и интенсивности, несут потенциальную угрозу для здоровья. Данная проблема особенно актуальна для профессиональных спортсменов, тренировочный график которых включает чрезвычайно интенсивные занятия и жесткий распорядок дня. Кроме того, спортсмены во время соревнований подвергаются значительному психологическому давлению, что также имеет негативные последствия для здоровья.

Спорт и продолжительность жизни

Физические упражнения положительно влияют практически на все органы и системы человеческого организма, обладают уникальной способностью улучшать физическое и психическое самочувствие. Именно поэтому поддержание физической активности — один из лучших способов сохранить здоровье и увеличить продолжительность жизни. Было показано, что ожидаемая продолжительность жизни физически активных людей в среднем на восемь лет больше, чем у людей, ведущих малоподвижный образ жизни [4]. Однако на данный момент нет конкретных данных об оптимальном уровне физической активности для получения максимальной пользы для здоровья. В одном относительно давнем исследовании было показано, что уровень смертности снижается по мере увеличения энергии, затрачиваемой на физическую активность, в диапазоне от 500 до 3500 ккал в неделю. Однако авторы отметили, что при тренировках с энергозатратами свыше 3500 ккал в неделю наблюдается ослабление положительного влияния физической активности на показатели скорректированного по возрасту риска смерти [5]. В дальнейшем другие исследователи сообщили об аналогичных результатах, предполагающих, что, вероятно, существует верхний порог интенсивности физических упражнений, при превышении которого

наблюдается увеличение риска смерти [6]. В частности, сообщалось, что в течение двухлетнего периода наблюдения немецкие марафонцы-любители имели одинаковую частоту сердечно-сосудистых событий по сравнению с популяцией с установленной ишемической болезнью сердца [7]. В другом исследовании авторы показали, что у бегунов начального и среднего уровня, риск смерти был ниже по сравнению с бегунами высокого уровня [8]. Таким образом, риск сердечно-сосудистых заболеваний и преждевременной смертности снижается дозозависимым образом до тех пор, пока не будет превышен порог физической активности.

Однако, несмотря на свидетельства вышеописанных исследований о негативном влиянии чрезмерных физических нагрузок на показатели риска смерти, профессиональные спортсмены в среднем живут дольше, чем люди, не занимающиеся спортом. В исследовании, включающем 8124 олимпийцев, было показано, что спортсмены прожили на 5,1 года дольше, чем население в целом [9]. Увеличение продолжительности жизни атлетов обуславливалось более низкой частотой сердечно-сосудистых, респираторных, эндокринных, метаболических и опухолевых заболеваний по сравнению с группой контроля. При этом частота встречаемости заболеваний нервной системы (болезни Альцгеймера и Паркинсона) и психических заболеваний (деменция) не различались между группами. В недавнем метаанализе, посвященном исследованию взаимосвязи между длительными интенсивными тренировками, здоровьем и смертностью у элитных спортсменов, авторы также продемонстрировали более низкий уровень смертности как от сердечно-сосудистых заболеваний, так и от рака у спортсменов по сравнению с группой контроля [10]. Однако стоит отметить, что в данных работах не проводилась стратификация по видам спорта. Следовательно, важность типов тренировок и характера спортивных нагрузок в отношении риска заболеваемости и смертности в значительной степени еще предстоит изучить.

На данный момент установлено, что по сравнению с представителями аэробных дисциплин атлеты, занимающиеся силовыми видами спорта, имеют повышенный индекс массы тела (ИМТ), который является независимым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний в будущем [11]. Кроме того, тренировки на выносливость снижают концентрацию в крови ряда ключевых воспалительных маркеров и могут уменьшить риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [12]. Также было обнаружено, что уровни артериального давления, одного из главных показателей, влияющих на продолжительность жизни, сильно различаются у спортсменов, занимающихся разными видами спорта. В нескольких исследованиях сообщалось, что спортсмены, занимающиеся тяжелой атлетикой, греблей и американским футболом, имеют более высокий уровень АД и чаще страдают от гипертензии по сравнению со спортсменами, занимающимися аэробными дисциплинами [13]. При этом распространенность гипертензии в данных группах

атлетов колебалась от 8,8 до 25,6%. К возможным причинам повышения артериального давления у спортсменов силовых и игровых видов спорта можно отнести высокий индекс массы тела, частые стрессы, хроническое злоупотребление запрещенными препаратами, пищевыми добавками или НПВП [14]. В отношении артериального давления также важен фактор пола: гипертония чаще встречается у спортсменов-мужчин [13].

Таким образом, несмотря на то, что спортсмены в среднем живут дольше, чем население в целом, существует необходимость дальнейшего изучения факторов, которые могут ослабить положительный эффект физических нагрузок на здоровье атлета.

Аритмический синдром у спортсменов

Интенсивные физические нагрузки ассоциированы с возникновением ряда адаптаций сердечно-сосудистой системы. Данные адаптации включают в себя увеличение камер сердца, оптимизацию функции миокарда, повышение эластичности сердца и артерий, синусовую брадикардию, а у некоторых спортсменов - увеличение интервала PR и блокаду правой ножки пучка Гиса [15]. Было показано, что у атлетов, занимающихся видами спорта на выносливость, наблюдается повышенный риск фибрилляции предсердий (ФП). При этом сообщается о пятикратном увеличении частоты ФП по сравнению с контрольной группой, ведущей малоподвижный образ жизни, что позволяет считать данный вид аритмии одним из характерных признаков перегрузки сердца [16]. Важно отметить, что только высокие объемы упражнений связаны с повышенным риском ФП, тогда как умеренные дозы физической активности наоборот эффективны для предотвращения развития ФП с возрастом. Было установлено, что увеличение физической активности на 1 метаболическую единицу в день связано с уменьшением риска возникновения ФП на 7% [16]. Однако интенсивные занятия более 10 часов в неделю увеличивают риск развития ФП по сравнению с малоподвижной группой [17].

Помимо ФП у атлетов аэробных видов спорта нередко случаи выявления других нарушений ритма и проводимости (желудочковая тахикардия, атриовентрикулярные блокады, удлинение интервала QT, аритмогенная дисплазия и т.д.). В одном исследовании было показано, что в группе бывших профессиональных велосипедистов распространенность желудочковой тахикардии была в пять раз выше по сравнению с группой мужчин старшего возраста, ведущих малоподвижный образ жизни [18]. На данный момент неясно, являются ли желудочковые тахикардии доброкачественным состоянием или заболеванием, которое может нести риски для здоровья спортсмена. Именно поэтому для прогнозирования влияния данной патологии на организм атлета необходимы дальнейшие исследования. Возможными причинами тахикартий у спортсменов высокого уровня являются чрезмерная симпатическая активность и гиперкатехоламинемия, повышенный окислительный стресс, миокардиальный фиброз, электролитные нарушения [16]. В целом можно

утверждать, что неблагоприятные структурные изменения в желудочках и предсердиях, вызванные длительными напряженными тренировками, создают субстрат для развития и прогрессирования проаритмогенного состояния.

Брадикардия обычно наблюдается у тренированных спортсменов и интерпретируется как нормальное явление. Она может сохраняться до 10 лет после окончания спортивной карьеры. Точно так же атриовентрикулярная блокада первой степени и атриовентрикулярная блокада второй степени 1-го типа считаются нормальными у хорошо тренированных спортсменов при отсутствии симптомов и с регрессом во время нагрузки [19]. Однако некоторые данные свидетельствуют о том, что бывшие спортсмены по сравнению с контрольной группой того же возраста демонстрируют значительно более высокую частоту нарушений проводимости и гемодинамически значимых асистолических пауз, требующих имплантации кардиостимулятора [20]. Обычно эти электрические изменения у спортсменов считают следствием повышенного тонуса блуждающего нерва, однако в ряде случаев они сохраняются даже при полной фармакологической блокаде вегетативной нервной системы. Совсем недавно в моделях на животных было продемонстрировано, что электрофизиологическое ремоделирование синусовых и атриовентрикулярных узлов происходит из-за индуцированного физической нагрузкой снижения плотности некоторых ионных каналов [19].

Некоторые нарушения реполяризации желудочков считаются нормальными у спортсменов высокого уровня. К таким нарушениям относится некоторая степень удлинения интервала QT, которая является умеренной и не связана напрямую с синдромом удлиненного интервала QT [19]. Таким образом пороговые значения для определения удлинения интервала QT у спортсменов выше, чем рекомендуемые для населения в целом. Однако недавно было описано новое состояние, так называемый «связанный со спортом синдром удлинения интервала QT». У спортсменов, страдающих данной патологией, развивается заметное удлинение интервала QT с изменениями зубца T (зазубренная и двухфазная морфология зубца T). Данные нарушения на ЭКГ сходны с отклонениями, которые наблюдаются у пациентов, страдающих генетически или лекарственно обусловленным синдромом удлиненного интервала QT. При этом связанный со спортом синдром удлинения интервала QT характеризуется бессимптомным течением, отсутствием семейного анамнеза, отрицательным генетическим тестированием, а также полной нормализацией ЭКГ после прекращения тренировки [21]. Возможными механизмами развития данного состояния могут являться подавление реполяризующих калиевых каналов и увеличение внутриклеточного высвобождения кальция при интенсивных занятиях спортом, а также неизвестные генетические мутации [19]. Хотя известно, что вызванный лекарствами синдром удлиненного интервала QT коррелирует с опасными для жизни аритмиями (в первую очередь пиретная тахикардия и фибрилляция желудочков),

связанное со спортом удлинение интервала QT является более доброкачественным состоянием. Необходимы дальнейшие исследования, направленные на изучение данной патологии, стратификации риска возникновения аритмий и необходимости назначения лекарственной терапии.

В настоящее время существует предположение, что интенсивные и продолжительные тренировки на выносливость могут вызывать индуцированную физическими упражнениями аритмогенную кардиомиопатию. Существуют данные, свидетельствующие о том, что у некоторых атлетов повторные повреждения правого желудочка после интенсивных упражнений могут не полностью восстанавливаться и приводить к аритмогенной кардиомиопатии [22]. Исследования генотипа показали, что случаи кардиомиопатии у атлетов, занимающихся высокоинтенсивными упражнениями, как правило, не были связаны с генными мутациями [23]. Данный факт подтверждает ведущую этиологическую роль чрезмерной физической нагрузки в возникновении синдрома. Клинически аритмогенная кардиомиопатия характеризуется желудочковыми аритмиями и регионарными или глобальными нарушениями движения стенок желудочков [19]. Важно отметить, что данное состояние встречается довольно редко. При этом недавнее исследование продемонстрировало отсутствие долгосрочных неблагоприятных последствий ремоделирования правого желудочка в группе спортсменов высокого уровня [24]. Однако несмотря на редкость патологии, существует необходимость изучения конкретных механизмов возникновения аритмогенной кардиомиопатии. Также в свете риска развития потенциально опасных аритмий необходимо формирование скрининговых и диагностических стратегий, направленных на раннее выявление данного синдрома.

Структурные изменения сердечно-сосудистой системы

Существуют данные, свидетельствующие о том, что у профессиональных спортсменов наблюдается повышенный риск развития миокардиального фиброза [25]. Данное состояние представляет собой неспецифический ответ на различные повреждения сердца (острый инфаркт миокарда, миокардит, неконтролируемая гипертензия и дисфункция клапанов) и характеризуется накоплением коллагена во внеклеточном матриксе миокарда. Частота выявления миокардиального фиброза у спортсменов имеет прямую связь с количеством лет спортивной карьеры, числом завершенных марафонов и других соревнований на сверхвыносливость [16]. Совокупные данные исследований с применением МРТ сердца с гадолинием показали, что распространенность миокардиального фиброза у ветеранов-спортсменов, занимающихся аэробными видами спорта, составляет 12 %. Таким образом, показатель распространенности у спортсменов оказался в восемь раз выше, чем у лиц контрольной группы, выполнявших не больше минимальной нормы ежедневной физической активности, рекомендованной ВОЗ

[6]. При этом важно отметить, что данных о клинической значимости миокардиального фиброза в настоящее время крайне мало. В одном небольшом исследовании сообщалось об аномалиях движения стенок сердца, соответствующих фиброзным сегментам миокарда [26]. Также существуют свидетельства о связи фиброза сердца с увеличением частоты сердечно-сосудистых заболеваний, угрожающих жизни желудочковых аритмий и внезапной сердечной смерти [16, 19]. Установлено, что элитные спортсмены подвержены более высокому риску развития инфекционного миокардита, чем население в целом. Кроме того, показано, что интенсивная физическая активность может ухудшить патобиологическое течение как вирусного миокардита, так миокардита другой этиологии [19]. Физические упражнения оказывают различное воздействие на иммунную систему, которое зависит от интенсивности и продолжительности физической активности. В то время как умеренные тренировки могут улучшить иммунологическую защиту, интенсивные и длительные нагрузки отрицательно влияют на иммунитет. Негативные изменения защитных факторов организма включают в себя нарушение функционирования Т-лимфоцитов, снижение уровня секреторного иммуноглобулина А и лизоцима в слюне. Данные факторы повышают восприимчивость спортсменов к инфекциям, приводящим к развитию миокардита [27].

Важно рассмотреть влияние характера физической активности на течение инфекционного миокардита. В недавнем исследовании была выявлено, что у спортсменов силовых видов спорта более часто наблюдается осложненное течение миокардита. И наоборот, у спортсменов, занимающихся аэробными дисциплинами, заболевание чаще протекает без осложнений [28]. Данная закономерность возможно объясняется тем, что силовой спорт вызывает усиление клеточного иммунитета и увеличивает цитотоксическое повреждение тканей при воспалении.

Последние исследования показали, что интенсивные тренировки на выносливость, по-видимому, существенно увеличивают вероятность возникновения кальцификации коронарных артерий – достоверного предиктора риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [16]. Было показано, что атлеты, занимающиеся видами спорта на выносливость, имеют повышенный риск развития кальцификации коронарных артерий и их стеноза по сравнению с контрольной группой, ведущей малоподвижный образ жизни [29]. Также сообщается, что у бывших профессиональных спортсменов примерно в два раза выше вероятность наличия атеросклеротических бляшек, чем у здоровых людей, не занимающихся спортом [30]. Однако у атлетов, как правило, намного меньше риск возникновения нестабильных бляшек, ответственных за возникновение инфаркта миокарда [29]. В совокупности эти данные свидетельствуют о том, что очень интенсивная физическая активность связана с повышенным риском развития коронарной кальцификации, но при этом

также ассоциирована с возникновением структурно благоприятных атеросклеротических бляшек.

В рамках адаптации к интенсивной физической нагрузке у профессиональных спортсменов может наблюдаться расширение аорты, более выраженное на уровне синуса Вальсальвы. В одном исследовании было выявлено, что у ветеранов спорта (гребля) наблюдается большая распространенность дилатации аорты по сравнению с людьми, не занимавшимися спортом на профессиональном уровне. При этом частота выявления данной патологии была больше у спортсменов-мужчин [31]. По мнению авторов, более высокая распространенность дилатации аорты у этой подгруппы спортсменов обусловлена тем, что тренировки по гребле включают в себя сочетание динамических и статических упражнений с повторяющимися перепадами артериального давления. В другом исследовании была обнаружена неожиданно высокая распространенность (41%) дилатации корня аорты у бывших элитных игроков в регби среднего возраста (45 ± 13 лет) [32]. Несмотря на недостаточное изучение данной патологии, существуют данные о том, что увеличение диаметра корня аорты ассоциировано с нарушением закрытия створок клапана, которое может приводить к аортальной регургитации [19]. В настоящее время требуются дальнейшие исследования, направленные на изучение отдаленных последствий дилатации аорты у спортсменов.

Заключение

Таким образом, несмотря на сообщения о вреде чрезмерных физических нагрузок на организм человека, последние данные свидетельствуют о том, что профессиональные спортсмены в среднем живут дольше, чем люди, не занимающиеся спортом. Увеличение продолжительности жизни атлетов обуславливается более низкой частотой развития сердечно-сосудистых, респираторных, эндокринных, метаболических и опухолевых заболеваний по сравнению с населением в целом. При этом интенсивные занятия спортом ассоциированы со значительными изменениями деятельности сердечно-сосудистой системы. Было показано, что у атлетов, занимающихся видами спорта на выносливость, наблюдается повышенная частота выявления нарушений ритма и проводимости). Кроме того, у профессиональных спортсменов велика вероятность развития структурных изменений сердца. Существуют данные о том, что атлеты, занимающиеся силовыми и игровыми видами спорта, имеют более высокий уровень артериального давления и чаще страдают от гипертензии, чем атлеты аэробных дисциплин. Также у данной группы спортсменов наблюдается повышенная распространенность дилатации аорты, которая может приводить к аортальной регургитации. В целом клиническая значимость изменений сердечно-сосудистой системы у атлетов неоднозначна и нуждается в дальнейших исследованиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

- Nystoriak M.A., Bhatnagar A. Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Front Cardiovasc Med.* 2018;5:135. doi: 10.3389/fcvm.2018.00135.
- Al-Mallah M.H., Sakr S., Al-Qunaibet A. Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Disease Prevention: an Update. *Curr Atheroscler Rep.* 2018;20:1-11. doi: 10.1007/s11883-018-0711-4.
- Laukkanen J.A., Pukkala E., Rauramaa R., Mäkilä T.H., Toriola A.T., Kurl S. Cardiorespiratory Fitness, Lifestyle Factors and Cancer Risk and Mortality in Finnish Men. *Eur J Cancer.* 2010;46:2:355-63. doi: 10.1016/j.ejca.2009.07.013.
- Li Y., Pan A., Wang D.D., et al. Impact of Healthy Lifestyle Factors on Life Expectancies in the US Population. *Circulation.* 2018;138:4:345-355. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032047.
- Paffenbarger R.S., Hyde R.T., Wing A.L., Hsieh C.C. Physical Activity, All-Cause Mortality, and Longevity of College Alumni. *The New England Journal of Medicine.* 1986;314:10:605-613.
- Franklin B.A., Thompson P.D., Al-Zaiti S.S., et al. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks into Perspective-An Update: a Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2020;141:13:e705-e736. doi: 10.1161/CIR.0000000000000749.
- Mohlenkamp S., Lehman N., Breuckmann F. Running the Risk of Coronary Events: Prevalence and Prognostic Relevance of Coronary Atherosclerosis in Marathon Runners. *Eur Heart J.* 2008;29:15:1903-1910. doi: 10.1093/eurheartj/ehnl63.
- Schnohr P., O'Keefe J.H., Marott J.L., Lange P., Jensen G.B. Dose of Jogging and Long-Term Mortality: the Copenhagen City Heart Study. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65:5:411-419. doi: 10.1016/j.jacc.2014.11.023.
- Antero J., Tanaka H., De Larochelambert Q., Pohar-Perme M., Tous-saint J.F. Female and Male US Olympic Athletes Live 5 Years Longer than their General Population Counterparts: a Study of 8124 Former US Olympians. *Br J Sports Med.* 2021;55:4:206-212. doi: 10.1136/bjsports-2019-101696.
- Garatachea N., et al. Elite Athletes Live Longer than the General Population: a Meta-Analysis. *Mayo Clin Proc.* 2014;89:9:1195-1200. doi: 10.1016/j.mayocp.2014.06.004.
- Attard S.M., et al. Longitudinal Trajectories of BMI and Cardiovascular Disease Risk: the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Obesity.* 2013;21:11:2180-2188. doi: 10.1002/oby.20569.
- Rosin B. Is Marathon Running Toxic? An Observational Study of Cardiovascular Disease Prevalence and Longevity in 54 Male Marathon Runners. *Phys Sportsmed.* 2017;45:2:105-109. doi: 10.1080/00913847.2017.1288545.
- Schweiger V., Niederseer D., Schmied C., Attenhofer-Jost C., Caselli S. Athletes and Hypertension. *Curr Cardiol Rep.* 2021;23:12:176. doi: 10.1007/s11886-021-01608-x.
- Hedman K., Moneghetti K.J., Christle J.W., et al. Blood Pressure in Athletic Preparticipation Evaluation and the Implication for Cardiac Remodeling. *Heart.* 2019;105:1223-1230. doi: 10.1136/heartjnl-2019-314815.
- Sharma S., Drezner J.A., Baggish A., et al. International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes. *Eur Heart J.* 2018;39:16:1466-1480. doi: 10.1093/eurheartj/ehw631.
- O'Keefe E.L., Torres-Acosta N., O'Keefe J.H., Lavie C.J. Training for Longevity: The Reverse J-Curve for Exercise. *Mo Med.* 2020;117:4:355-361.
- Ricci C., Gervasi F., Gaeta M., Smuts C.M., Schutte A.E., Leitzmann M.F. Physical Activity Volume in Relation to Risk of Atrial Fibrillation. A Non-Linear Meta-Regression Analysis. *Eur J Prev Cardiol.* 2018;25:8:857-866. doi: 10.1177/2047487318768026.
- Baltesberger S., Bauersfeld U., Candinas R., et al. Sinus Node Disease and Arrhythmias in the Long-Term Follow-Up of Former Professional Cyclists. *Eur Heart J.* 2008;29:1:71-78. doi: 10.1093/eurheartj/ehm555.
- Graziano F., Juhasz V., Brunetti G., Cipriani A., Szabo L., Merkely B., Corrado D., D'Ascenzi F., Vago H., Zorzi A. May Strenuous Endurance Sports Activity Damage the Cardiovascular System of Healthy Athletes? A Narrative Review. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2022;9:10:347. doi: 10.3390/jcdd9100347.
- Zadvorev S.F., Krysiuk O.B., Obrezan A.G., Yakovlev A.A. The Influence of Personal History of Athletic Activity on Clinical Course of Cardiovascular Diseases in Former Athletes. *Adv Gerontol.*

- 2018;31:531–537.
21. Dagradi F., Spazzolini C., Castelletti S., Pedrazzini M., Kotta M.-C., Crotti L., Schwartz P.J. Exercise Training-Induced Repolarization Abnormalities Masquerading as Congenital Long QT Syndrome. *Circulation*. 2020;142:2405–2415. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.048916.
 22. La Gerche A. Exercise-Induced Arrhythmogenic (Right Ventricular) Cardiomyopathy is Real...if you Consider it. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14:159–161. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.09.014.
 23. Sawant A.C., Bhonsale A., te Riele A.S.J.M., Tichnell C., Murray B., Russell S.D., Tandri H., Tedford R.J., Judge D.P., Calkins H., et al. Exercise has a Disproportionate Role in the Pathogenesis of Arrhythmogenic Right Ventricular Dysplasia/Cardiomyopathy in Patients without Desmosomal Mutations. *J Am Heart Assoc*. 2014;3:e001471. doi: 10.1161/JAHA.114.001471.
 24. Leischik R., Dworak B., Strauss M., Horlitz M., Pareja-Galeano H., de la Guía-Galipienso F., Lippi G., Lavie C.J., Perez M.V., Sanchis-Gomar F. Special Article-Exercise-Induced Right Ventricular Injury or Arrhythmogenic Cardiomyopathy (ACM): The Bright Side and the Dark Side of the Moon. *Prog Cardiovasc Dis*. 2020;63:671–681. doi: 10.1016/j.pcad.2020.03.015.
 25. van de Schoor F.R., Aengevaeren V.L., Hopman M.T., et al. Myocardial Fibrosis in Athletes. *Mayo Clin Proc*. 2016;91;11:1617–1631. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.07.012.
 26. Eijssvogels T.M.H., Oxenburgh D.L., O'Hanlon R., et al. Global and Regional Cardiac Function in Lifelong Endurance Athletes with and without Myocardial Fibrosis. *Eur J Sport Sci*. 2017;17;10:1297–1303. doi: 10.1080/17461391.2017.1373864.
 27. Keaney L.C., Kilding A.E., Merien F., Dulson D.K. The Impact of Sport Related Stressors on Immunity and Illness Risk in Team-Sport Athletes. *J Sci Med Sport*. 2018;21:1192–1199. doi: 10.1016/j.jsams.2018.05.014.
 28. Bouchau R., Cariou E., Deney A., Belaid S., Itier R., Blanchard V., Fournier P., Duparc A., Galinier M., Carrié D., et al. Sports Participation and Myocarditis: Influence of Sport Types on Disease Severity. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2021;37:100895. doi: 10.1016/j.ijcha.2021.100895.
 29. DeFina L.F., Radford N.B., Barlow C.E., et al. Association of All-Cause and Cardiovascular Mortality with High Levels of Physical Activity and Concurrent Coronary Artery Calcification. *JAMA Cardiol*. 2019;4;2:174–181. doi: 10.1001/jamacardio.2018.4628.
 30. Merghani A., Maestrini V., Rosmini S., et al. Prevalence of Subclinical Coronary Artery Disease in Masters Endurance Athletes with a Low Atherosclerotic Risk Profile. *Circulation*. 2017;136;2:126–137. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026964.
 31. Churchill T.W., Groezinger E., Kim J.H., Loomer G., Guseh J.S., Wasfy M.M., Isselbacher E.M., Lewis G.D., Weiner R.B., Schmied C., et al. Association of Ascending Aortic Dilatation and Long-Term Endurance Exercise among Older Masters-Level Athletes. *JAMA Cardiol*. 2020;5:522–531. doi: 10.1001/jamacardio.2020.0054.
 32. Kay S., Moore B.M., Moore L., Seco M., Barnes C., Marshman D., Grieve S.M., Celermajer D.S. Rugby Player's Aorta: Alarming Prevalence of Ascending Aortic Dilatation and Effacement in Elite Rugby Players. *Heart Lung Circ*. 2020;29:196–201. doi: 10.1016/j.hlc.2019.06.714.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 11.01.2025. **Принята к публикации:** 15.22.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 11.01.2025. **Accepted for publication:** 15.02.2025