

Спортивное сердце: норма или патология

Для корреспонденции: Антон Валерьевич Ершов,
salavatprof@mail.ru

Поступила в редакцию 25 февраля 2020 г.

Исправлена 24 марта 2020 г.

Принята к печати 25 марта 2020 г.

Цитировать:

Горбенко А.В., Скирденко Ю.П., Николаев Н.А.,
Замахина О.В., Шерстюк С.А., Ершов А.В.

Спортивное сердце: норма или патология.

Патология кровообращения и кардиохирургия.
2020;24(2):16-25.

<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-16-25>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Вклад авторов

Концепция и дизайн: Ю.П. Скирденко

Написание статьи: А.В. Горбенко, О.В. Замахина,
С.А. Шерстюк

Исправление статьи: Н.А. Николаев

Утверждение окончательной версии
для публикации: все авторы

ORCID ID

А.В. Горбенко,

<https://orcid.org/0000-0001-9703-9371>

Ю.П. Скирденко,

<http://orcid.org/0000-0002-6225-2444>

Н.А. Николаев,

<http://orcid.org/0000-0002-3758-4930>

О.В. Замахина,

<http://orcid.org/0000-0003-0748-2324>

С.А. Шерстюк,

<https://orcid.org/0000-0001-9967-3261>

А.В. Ершов,

<http://orcid.org/0000-0001-5758-8552>

© А.В. Горбенко, Ю.П. Скирденко, Н.А. Николаев,
О.В. Замахина, С.А. Шерстюк, А.В. Ершов, 2020

Статья открытого доступа, распространяется по
лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**А.В. Горбенко¹, Ю.П. Скирденко¹, Н.А. Николаев¹,
О.В. Замахина¹, С.А. Шерстюк², А.В. Ершов^{3,4}**

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, Российская Федерация

² Бюджетное учреждение здравоохранения Омской области «Городская клиническая больница № 1 имени Кабанова А.Н.», Омск, Российская Федерация

³ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

⁴ Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», Москва, Российская Федерация

Интенсивные физические нагрузки повышают риск внезапной смерти в 10–17 раз. Поиск факторов, позволяющих организму спортсмена подстраиваться под нагрузки, и понимание грани между адаптацией и патологией, а также выделение группы риска срыва адаптации — важнейшие задачи современной патофизиологии как фундаментальной науки и спортивной медицины как прикладной.

Следует различать гипертрофическую кардиомиопатию и истинную гипертрофию миокарда у спортсменов в результате адаптации сердечно-сосудистой системы к интенсивным физическим нагрузкам. В Сиэтле Американское медицинское общество спортивной медицины совместно с Европейским обществом кардиологов разработали стандарты интерпретации электрокардиограммы у спортсменов, а также рассмотрели критерии для выявления патологических изменений. Лучшее функциональное состояние спортсмена и эффективность его подготовки на тренировочном этапе отмечается при высокой автономии и высокой вариабельности ритма сердца, что отражается на ритмокардиограмме увеличением мощности высокочастотных колебаний, квадратного корня из средних квадратов разностей между смежными кардиоинтервалами и уменьшением вагосимпатического коэффициента (LF/HF).

Перспективным направлением в изучении маркеров спортивного сердца является анализ эхокардиографической картины работы сердца юных и профессиональных спортсменов. По данным эхокардиографии, неадаптивным ремоделированием считается потеря эллипсоидной формы полости левого желудочка в пользу сферической. У спортсменов при оценке трансмитрального потока по эхокардиографии низкий пик А можно рассматривать как резерв адаптивных возможностей сердца, а не патологию. Для спортсменов-разрядников характерен концентрический вариант изменения геометрии миокарда. При достижении квалификации кандидата, мастера спорта превалирует эксцентрическое изменение полости левого желудочка.

Ключевые слова: внезапная смерть; гипертрофическая кардиомиопатия; спортивная медицина; спортивное сердце

Актуальность

Спорт является неотъемлемой частью всех этапов исторического развития социума, претерпев эволюцию от уровня жизненно необходимых умений и навыков до академических дисциплин. Новые результаты и рекорды в спорте каждый раз выходят за рамки представлений о границах человеческих возможностей, позволяя их расширить. Достижения современного профессионального спорта неразрывно связаны с новейшими разработками науки и техники, но по-прежнему наибольший вклад в эти достижения вносит развитие адаптивных возможностей человеческого организма. Однако у любых возможностей есть предел. Одной из ведущих задач современной физиологии и спортивной медицины является поиск предела, разделяющего физиологическую реакцию адаптации к физическим нагрузкам и патологическую реакцию в виде перетренированности. Поиск факторов, позволяющих организму спортсмена подстраиваться под нагрузки, и выявление грани между адаптацией и патологией, а также выделение группы риска срыва адаптации — важнейшие задачи современной патофизиологии как фундаментальной науки и спортивной медицины как прикладной [1].

Интенсивные физические нагрузки повышают риск внезапной смерти в 10–17 раз [2]. По данным национального центра спортивной медицины Италии, в год частота внезапной смерти у спортсменов составляет 2,6 мужчин и 1,1 женщин на 100 тыс. спортсменов, что в 2,4 раза больше, чем в общей популяции. Более 90 % всех случаев внезапной смерти связаны с внезапной сердечной смертью (ВСС) [3]. Основными механизмами развития ВСС являются фибрилляция желудочков и желудочковая тахикардия без пульса, асистолия и электромеханическая диссоциация или электрическая активность сердца без пульса [4]. Треть случаев ВСС у спортсменов связана с гипертрофией миокарда, однако по результатам аутопсий чаще всего в сердце структурной патологии не выявляется [3]. Американская кардиологическая ассоциация (англ. American Heart Association) с целью скрининга и профилактики ВСС у спортсменов рекомендует собирать личный и семейный анамнез. Но, как показала практика, подобным образом было выявлено очень мало людей с большим риском ВСС. А по количеству ложноположительных случаев высокого риска ВСС (33,0 %) сбор анамнеза превосходит данные электрокардиографии

(ЭКГ) и физикального осмотра (3,4 и 2,0 % соответственно) [5]. Согласно позиции Европейского общества кардиологов (англ. European Society of Cardiology), по профилактике ВСС характер скрининга следует адаптировать к возрасту спортсмена: так, в возрасте до 35 лет необходимо сосредоточиться на поиске наследственных кардиомиопатий и каналопатий, а у более возрастных спортсменов скрининг должен быть нацелен на выявление признаков ишемии [6]. Американское общество кардиологов (англ. American College of Cardiology) сообщает, что стратификация риска ВСС включает спортивные, половые (у мужчин риск выше) и даже расовые различия (чернокожие имеют более высокий риск) [7].

В зарубежной литературе изучению вопроса дифференциации синдромов переутомления и перенапряжения уделяется немало внимания, так как их разграничение крайне проблематично и требует учета множества факторов, что затрудняет выбор терапевтической стратегии и программ коррекции [8]. В национальных рекомендациях по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС) к тренировочно-соревновательному процессу указано, что возникновение подозрений при скрининге диктует необходимость обследования дополнительными методами: магнитно-резонансная томография сердца, стресс-тест (следует проводить при уровне нагрузки, близком к основному виду спорта), 24-часовое ЭКГ-мониторирование, длительная регистрация ЭКГ при помощи имплантируемых устройств, тилт-тест и инвазивное электрофизиологическое исследование [9].

В период интенсивных физических нагрузок происходит непосредственное повреждение миокарда [10]. В период соревнований количество спортсменов с высоким уровнем креатинфосфокиназы-MB увеличивается в 3,5 раза [11]. Изменению также подвержены такие показатели биохимического анализа крови, как аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, лактатдегидрогеназа, миоглобин, мочевины. Однако все эти изменения мало специфичны и в состоянии перетренированности часто оказываются разными по знаку в сравнении с исходными [12]. Большим уровнем специфичности обладают расчетные коэффициенты. Увеличение коэффициента де Ритиса (аспартатаминотрансфераза / аланинаминотрансфераза) и индекса повреждения мышечной тка-

ни (креатинфосфокиназа / аспаратаминотрансфераза) часто свидетельствует о повреждении миокарда [13]. Согласно Бразильскому обществу кардиологов (англ. Brazilian Society of Cardiology) и Бразильскому обществу специалистов по спортивной медицине (англ. Brazilian Society of Exercise and Sports Medicine), лабораторные анализы для определения риска ВСС не являются обязательными, их запрос должен основываться на клинических данных, а рутинные тесты включают полный анализ крови, глюкозу натощак, мочевину, креатинин, натрий и калий, полный липидный профиль, мочевую кислоту, глутамино-оксалукусусную трансминазу, глутамино-пировиноградную трансминазу, гамма-глутамилтранспептидазу, билирубин, протромбиновое время и общий анализ мочи [9].

Основные положения

Типичные изменения ССС в клинической медицине принято обозначать как «спортивное сердце», а в зарубежной литературе они определяются как athlete's heart syndrome [14]. Ведущее значение при этом состоянии отводится изменению геометрии миокарда желудочков, нарушениям ритма, изменениям пространственного и структурного взаимоотношения кардиомиоцитов, сопутствующим иммунным и биохимическим сдвигам [15]. Выявлено, что функциональные изменения ССС при занятии спортом напрямую зависят от квалификации спортсмена и различаются в возрастных группах [5].

Следует разделять гипертрофическую кардиомиопатию и истинную гипертрофию миокарда у спортсменов в результате адаптации ССС к интенсивным физическим нагрузкам. Согласно рекомендациям Российского кардиологического общества, дифференциальную диагностику чаще приходится проводить при толщине стенки миокарда левого желудочка (ЛЖ) 13–15 мм без расширения полости [9]. При этом прекращение тренировок минимум на 3 нед. приводит к полному регрессу выявленных изменений. Это служит одним из основных дифференциально-диагностических критериев в пользу спортивного сердца [13]. Для истинной гипертрофии миокарда у спортсменов характерны симметричная гипертрофия, расширение полости ЛЖ (конечный диастолический размер ЛЖ > 55 мм, по данным эхокардиографии (ЭхоКГ)) и отсутствие отягощенной наследственности по гипертрофической кардиомиопатии, тогда как ти-

пичные признаки гипертрофической кардиомиопатии (небольшие полости ЛЖ, асимметрия толщины сердечных стенок и дезорганизация кардиомиоцитов при микроскопии), напротив, не типичны [16]. Активное изучение морфологии миокарда под воздействием длительного стресса демонстрирует деструкцию сарколеммы клеток, повреждение кардиомиоцитов и многочисленные контрактуры с волнообразными деформациями. При электронной микроскопии выявляются деформации плазматических мембран и ядер. В митохондриях обнаруживаются разрывы мембран и снижение количества крист [17]. Прогностическое значение этого знания заключается в возможности оценки физиологичности изменений геометрии сердца у спортсмена с помощью эхокардиографии.

Электрокардиография

Электрокардиография в качестве скрининга повышает частоту выявления болезней системы кровообращения у спортсменов, однако используемые критерии не специфичны [18]. В 2012 г. в Сиэтле экспертная группа кардиологов предложила стандарты интерпретации ЭКГ у спортсменов, по которым нормальными для спортсменов показателями признаны: брадикардия ≥ 30 уд./мин, АВ-блокада I ст., АВ-блокада II ст. Мобиц I и синдром ранней реполяризации желудочков. Эти изменения связаны с адаптацией организма спортсменов к нагрузкам. Они не свидетельствуют о болезнях системы кровообращения при условии их обратимости в период прекращения физической нагрузки в течение 6 нед. в сочетании с отсутствием жалоб у спортсменов [19]. Критерии, предложенные в Сиэтле Американским медицинским обществом спортивной медицины (англ. American Medical Society of Sports Medicine) совместно с Европейским обществом кардиологов, предусматривают также выявление и патологических изменений на ЭКГ у спортсменов, к которым относят выраженную синусовую брадикардию (менее 30 уд./мин или паузы более 3 с), мерцательную аритмию, наджелудочковую тахикардию, желудочковую экстрасистолию (более 2 за 10 с), синдром Бругада, укорочение интервала QT (менее 320 мс), удлинение QT (более 470 мс для мужчин и 480 мс для женщин соответственно), синдром предвозбуждения желудочков (PR-интервал < 120 мс), длительность QRS > 140 мс, полную блокаду левой ножки пучка Гиса, депрессию ST $\geq 0,5$ мм в глубину в двух и более отведениях, инверсию зуб-

ца $T > 1$ мм в глубину в двух и более отведения [18]. В рекомендациях Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов перечислены типичные изменения ЭКГ, связанные с физическими нагрузками и не являющиеся у квалифицированных спортсменов патологией [13]. В 2020 г. предложено 18 основных критериев для оценки ЭКГ у спортсменов, которые основываются на критериях, выявленных в Сиэтле [20].

Вариабельность сердечного ритма

По данным Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, все чаще используется тест variability сердечного ритма (BCP), который обеспечивает косвенную оценку параметров вегетативного контроля над деятельностью сердца [8; 21]. Анализ BCP позволяет оценить воздействие на ССС систематической физической нагрузки и состояние резервных возможностей, он включает в себя расчет временных, спектральных и интегральных показателей кардиоинтервалов [22]. Их измерение происходит во время коротких 5-минутных записей (5-минутная BCP) в положении лежа на спине и стоя в активной ортостатической пробе, а также учитывается расчет временных показателей за сутки (во время суточной записи ЭКГ по Холтеру). Считается, что спектральный анализ BCP является более чувствительным и информативным, чем индексы BCP во временной области, поэтому 5-минутная BCP наиболее актуальна в спортивной медицине [23]. Суточную BCP используют для ночных измерений кардиоинтервалографии с целью выявления нарушений восстановительных способностей [24]. Недавние результаты с использованием спектрального анализа BCP показали, что профили BCP, оцененные в положении лежа на спине и стоя, независимы и дополняют друг друга; использование этих профилей позволяет выделять отдельные подкатегории усталости. Поскольку установки контроля ССС различаются в положении стоя и лежа, при использовании показателей BCP в обеих позициях анализируется информация о динамике контрольных реакций [23].

Установлено, что в покое у здоровых спортсменов вне соревнований рост результативности и успешная адаптация к нагрузкам будут сопровождаться ростом вариационного размаха (разница между самым длинным и самым коротким кардиоинтервалами); стандартного отклонения кардиоинтервалов от сред-

него значения; коэффициента вариации; квадратного корня из средних квадратов разностей между смежными кардиоинтервалами (RMSSD); количества пар последовательных кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50 мс (показатель преобладания парасимпатического контура регуляции сердечного ритма); общей мощности всех волн; высокочастотных колебаний (показывают модулирующее влияние парасимпатического отдела нервной системы на активность синусового узла); диапазона наиболее часто встречающегося значения кардиоинтервалов. Причем RMSSD был предложен в качестве наиболее полезного показателя BCP в состоянии покоя [25; 26].

Для синдрома перетренированности характерно увеличение амплитуды моды (отражение степени централизации управления сердечным ритмом); низкочастотных колебаний; очень низкочастотных колебаний; вагосимпатического коэффициента (отражение преобладания симпатической активности); показателя адекватности процессов регуляции (отражение снижения резерва адаптации); индекса напряжения регуляторных систем; индекса вегетативного равновесия (отражение баланса симпатической и парасимпатической регуляции); вегетативного показателя ритма [25; 26].

Согласно данным Н.И. Шлык и Е.А. Гавриловой, признаки перетренированности косвенно позволяют дифференцировать снижение (редко — выраженное повышение) следующих показателей BCP: общая мощность спектра в динамике; парадоксальный тип реакции при активной ортостатической пробе; замедление срочного восстановления после физической нагрузки, ночное восстановление показателей BCP, а также повышение вегетативного показателя ритма более 7 у.е. в подготовительный период тренировочного цикла [26]. В то же время лучшее состояние спортсмена с функциональной точки зрения и эффективность его подготовки в тренировочном цикле отмечается при высокой автономии и высокой BCP. Это отражается на ритмокардиограмме увеличением мощности высокочастотных колебаний, RMSSD и уменьшением вагосимпатического коэффициента [1].

У профессиональных спортсменов выявлены разные регуляторные механизмы мобилизации и адаптации возможностей организма в зависимости от вида спорта [27]. Так, исследование BCP у профессиональных волейболисток показало смещение

вагосимпатического равновесия в сторону симпатической активности и снижение ВСР во время соревновательного этапа. На ритмокардиограмме отмечалось увеличение вагосимпатического коэффициента и очень низкочастотных колебаний, что подтверждает ведущую роль централизации контура регуляции сердечного ритма [28]. У дзюдоисток с выраженным перенапряжением и снижением результативности в течение 3 нед. в подготовительный период соревнований наблюдалось снижение RMSSD [29]. В целом централизация регуляции ритма была характерна для скоростно-силовых видов спорта, а преобладание автономного контура — при тренировке на выносливость. Таким образом, для видов спорта со статическим характером нагрузок свойственна низкая ВСР, а для динамического, напротив, более высокая [1]. Помимо эффективной мобилизации способностей организма для спортсмена важна и способность восстанавливаться после соревновательного цикла. У спортсменов с нарушенными процессами восстановления отмечается выраженная централизация контура регуляции ритма и снижение ВСР после пробуждения [24]. Несмотря на простоту и высокую скорость анализа данных ВСР, большинство авторов признают, что в выявлении патологии сердца у спортсменов наиболее важно определить структурные и метаболические изменения. Применение различных методик исследования ВСР для оценки патологии сердца носит рекомендательный характер и не входит в перечень обязательных методов исследования спортсмена. Это, возможно, связано с тем, что до сих пор остается дискуссионным вопрос: чем обусловлены изменения на ритмокардиограмме — защитными механизмами в период физического истощения спортсменов или патологическими [30]. Для проведения 5-минутной ВСР как метод много требований, что усложняет возможность ее повсеместного использования [1].

Однако преобладание симпатической системы в регуляции ритма и снижение ВСР являются факторами ВСС и могут учитываться при стратификации рисков [31; 32]. Высокая автономия и вариабельность сердечного ритма (мода; вариационный размах; стандартное отклонение кардиоинтервалов от среднего значения; коэффициент вариации; RMSSD; количество пар последовательных кардиоинтервалов, разли-

чающихся более чем на 50 мс; отношение последовательных интервалов, различие между которыми превышает 50 мс, к общему числу интервалов; общая мощность всех волн) при снижении централизации управления ритмом сердца (амплитуда моды, очень низкочастотные колебания, вагосимпатический коэффициент, индекс вегетативного равновесия, индекс напряжения регуляторных систем, вегетативный показатель ритма, показатель адекватности процессов регуляции) являются критериями хорошего функционального состояния спортсмена во время тренировочного этапа, что обеспечивается перестройкой нейрогуморальных, вегетативных, эндокринных и других звеньев регуляции [26].

Эхокардиография

Изменения в миокарде у спортсменов могут развиваться по разным сценариям. Это зависит от вида нагрузки, квалификации, физического состояния и функциональной подготовленности. Изменения могут носить адаптивный и неадаптивный характер. По данным ЭхоКГ, неадаптивным ремоделированием считается потеря эллипсоидной формы полости ЛЖ в пользу сферической. Это оценивается как визуально, так и по индексу сферичности, который не должен превышать 0,6 [33]. Согласно рекомендациям Российского кардиологического общества, для нормальной геометрии сердца характерен индекс массы миокарда ЛЖ $\leq 95 \text{ г/м}^2$ для женщин и $\leq 115 \text{ г/м}^2$ для мужчин при индексе относительной толщины стенки ЛЖ $\leq 0,42$ вне зависимости от гендерной принадлежности. Нормальные значения индекса массы миокарда ЛЖ при индексе относительной толщины стенки $\geq 0,42$ характерны для концентрического варианта ремоделирования миокарда. Эксцентрическая форма гипертрофии характерна при значениях индекса массы миокарда ЛЖ $\geq 95 \text{ г/м}^2$ для женщин, $\geq 115 \text{ г/м}^2$ — для мужчин при индексе относительной толщины стенки $\leq 0,42$. Картина концентрической гипертрофии наблюдается при индексе массы миокарда ЛЖ $\geq 95 \text{ г/м}^2$ для женщин и $\geq 115 \text{ г/м}^2$ для мужчин при индексе относительной толщины стенки $\geq 0,42$. Оценка индекса массы миокарда ЛЖ проводилась согласно рекомендациям Американского эхокардиографического общества (англ. American Society of Echocardiography, ASE) [34]. Тканевая доплерография рекомендована к выполнению для дифференциации гипертрофической кардиомиопатии от гипер-

трофии миокарда, обусловленной перегрузкой [35]. Также определенную пользу имеет выяснение особенностей анамнеза.

Для анализа изменений показателей ремоделирования миокарда в Национальном государственном университете физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта провели исследование с участием трех групп спортсменов: первая группа — максимальная нагрузка и результативные выступления на соревнованиях, вторая — максимальная нагрузка, но неудовлетворительные результаты на соревнованиях, третья — нагрузки малой интенсивности из-за травм. Адаптивные изменения миокарда имели 12,5 и 33,0 % спортсменов первой и второй группы соответственно. Абсолютно все спортсмены в третьей группе были без признаков ремоделирования. Скорость циркуляторного укорочения волокон миокарда ЛЖ значительно повысилась в первой группе до и после исследования, снизилось во второй и незначительно увеличилось в третьей группе. Это позволяет полагать, что миокард ЛЖ у спортсменов первой группы в тонусе и готов к нагрузкам максимальной интенсивности и объема, что нельзя утверждать о спортсменах второй группы с признаками перетренированности. В третьей группе спортсмены имели достаточный перерыв для адаптации к нагрузке, но функционально не достигали уровня первой группы. В первой группе отмечалось увеличение ударного объема, тогда как во второй и третьей группах отмечено его снижение. Указанные изменения свидетельствуют о приспособленности и адекватности нагрузки для первой группы, о перетренированности и перенапряжении второй группы, а также о потребности третьей группы в индивидуальном плане тренировок в качестве реабилитации [36]. Эти результаты свидетельствуют о взаимосвязи изменений по ЭхоКГ в динамике с уровнем перетренированности и степенью готовности спортсменов на пике соревновательного периода. Таким образом, по результатам исследования спортсменов в динамике можно дать характеристику спортивной формы атлета и его готовности к соревнованиям, а также предотвратить необратимые последствия у перетренированных спортсменов.

Профессиональные атлеты начинают спортивный путь еще с начальной школы. Важно понять, когда именно наступает этот переходный момент в изме-

нениях миокарда и имеются ли они у юных спортсменов. С.Х. Юмалин с соавт. опубликовали результаты исследования 60 хоккеистов из спортивной детской юношеской школы олимпийского резерва [37]. По данным исследования зафиксированы различия в показателях размеров сердца у юных спортсменов относительно детей, не занимающихся спортом. По данным ЭхоКГ, преобладание умеренной гипертрофии миокарда ЛЖ зафиксировано у 23,3 % юных хоккеистов. Это свидетельствует о физиологическом спортивном сердце. Патологический вариант спортивного сердца в форме эксцентрической гипертрофии ЛЖ обнаружен у 1 спортсмена. В ходе анализа характера диастолического наполнения у спортсмена с проявлением патологической трансформации сердца установлено замедление релаксации ЛЖ, что свидетельствует о начальной стадии умеренной диастолической дисфункции.

При оценке диастолической функции оценивались показатели максимальной скорости раннего диастолического наполнения (пик E), максимальной скорости наполнения в систолу предсердий (пик A) и соотношение пиков (E/A). В группе спортсменов со структурными параметрами ЭхоКГ на верхней границе нормы (первая группа) значение пика A было достоверно больше контроля (не спортсмены) и группы спортсменов со структурными параметрами ЭхоКГ выше нормы (вторая группа) ($0,48 \pm 0,03$; $0,45 \pm 0,01$; $0,41 \pm 0,02$ м/с соответственно). Для группы контроля характерно большее значение параметра E относительно первой и второй группы ($0,98 \pm 0,021$; $0,85 \pm 0,05$; $0,69 \pm 0,04$ м/с соответственно). Такая же тенденция сохранилась и для соотношения пиков E/A ($2,12 \pm 0,04$; $1,77 \pm 0,05$; $1,67 \pm 0,05$ у. е. соответственно) [37]. Такие результаты свидетельствуют не только о изменениях у юных спортсменов относительно контрольной группы, но и о патологических изменениях, которые могут встречаться у спортсменов с подросткового возраста. Это направление в изучении вопросов спортивного сердца перспективно, так как позволяет анализировать изменения спортсмена в динамике с начала спортивной карьеры и делать прогностические выводы, однако малоизучено, при этом измерение пика E, пика A и их соотношения широко используется как в общей кардиологической практике, так и в прикладных исследованиях [38].

При изучении диастолической функции миокарда большое значение имеет оценка трансмитрального кровотока. В норме передняя створка митрального клапана приобретает в диастолу характерную М-образную форму. Формирование очень высокого пика Е и низкого А, как правило, свидетельствует о рестриктивном типе диастолической дисфункции. Миокард не способен должным образом растягиваться. Однако сходная картина наблюдается и при брадикардии как следствие удлинения фазы быстрого наполнения и меньшего вклада предсердий в трансмитральный кровоток. У спортсменов с такой картиной ЭхоКГ можно рассматривать низкий пик А как резерв адаптивных возможностей сердца, а не патологию [39].

Параметры ЭхоКГ также имеют особенности у разных спортсменов. У спортсменов статических видов спорта обнаружено уменьшение конечного систолического объема, а динамических видов — увеличение конечного диастолического объема. Это наталкивает на мысль о разном концентрическом и эксцентрическом путях ремоделирования камер сердца при статических и динамических упражнениях соответственно [37]. Обнаруженная закономерность объясняется способами адаптации ССС к интенсивной физической нагрузке. Во время динамической физической активности значительно увеличивается частота сердечных сокращений, сердечный выброс, систолическое артериальное давление и снижается диастолическое, приводя к уменьшению периферического сосудистого сопротивления. Это способствует перегрузке сердца главным образом объемом, увеличивая при этом потребление кислорода миокардом. Статическая нагрузка, напротив, вызывает незначительное повышение частоты сердечных сокращений при фактически неизменном периферическом сопротивлении, однако стремительно увеличивает систолическое и диастолическое артериальное давление, перегружая камеры сердца давлением [9].

Изменения ССС коррелируют с уровнем спортсмена и его достижениями. Федеральный научный центр физкультуры и спорта опубликовал результаты исследования, в котором приняли участие 170 легкоатлетов обоих полов, которые были разделены на две группы: контрольная группа — спортсмены 1–3-го разрядов; экспериментальная группа — кандидаты и мастера спорта. Результатами исследования стали явные закономерности в уровне спортсменов и их морфометри-

ческих показателях сердца по ЭхоКГ у обоих полов. По мере повышения квалификации у спортсменов отмечалось увеличение показателей: толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ в систолу и диастолу, конечные диастолический и систолический объемы ЛЖ. Для спортсменов разрядников характерен концентрический вариант изменения геометрии миокарда. При достижении квалификации кандидата, мастера спорта превалирует эксцентрическое изменение полости левого желудочка [40].

Выводы

Остаются малоизученными критерии, разграничивающие нормальную реакцию сердца на нагрузку и реакцию перетренированности, что является важным в профилактике ВСС. Помимо роли в предупреждении естественной убыли в популяции спортсменов, в перспективе возможно использование этой информации для индивидуального подхода к тренировочному процессу, выявления предрасположенности к виду спорта или дисциплине и увеличения результатов в большом спорте при сохранении здоровья. Перспективным направлением в изучении маркеров спортивного сердца является анализ ЭхоКГ работы сердца юных и профессиональных спортсменов. Мы считаем, что важно отнести спортсменов в отдельную группу и определить для них референсные значения, которые будут являться гранью между адаптацией и патологией. Стратегической целью может стать разработка клинических рекомендаций, определяющих ключевые вопросы профилактики и диагностики патологии сердца у спортсменов.

Список литературы / References

1. Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца и спорт. *Физиология человека*. 2016;42(5):121-129. [Gavrilova E.A. Heart rate variability and sports. *Human Physiology*. 2016;42(5):121-129. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.7868/S0131164616050088>
2. Siegel A.J. Pheidippides redux: reducing risk for acute cardiac events during marathon running. *Am J Med*. 2012;125(7):630-635. PMID: 22608535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2011.11.008>
3. Corrado D., Boffi A., Basso C., Pelliccia A., Thiene G. 12-Lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. *Br J Sports Med*. 2013;43(9):669-676. PMID: 19734501. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2008.054759>
4. Востриков В.А., Кузовлев А.Н. Общедоступная дефибрилляция при внезапной остановке сердца (краткий обзор). *Общая реаниматология*. 2018;14(1):58-67. [Vostrikov V.A., Kuzovlev A.N. Public-Access Defibrillation in Sudden Cardiac Arrest (Short Review). *General Reanimatology*. 2018;14(1):58-67. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.15360/1813-9779-2018-1-58-67>

5. Ларинцева О.С. К вопросу о внезапной сердечной смерти у спортсменов: анализ литературы за 2016 год. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2017;7(2):70-76. [Larintseva O.S. Sudden cardiac death in athletes: literature review of 2016. *Sports medicine: research and practice*. 2017;7(2):70-76. (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.2.70>
6. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., Borggrefe M., Camm J., Elliott P.M., Fitzsimons D., Hatala R., Hindricks G., Kirchhof P., Kjeldsen K., Kuck K.-H., Hernandez-Madrid A., Nikolaou N., Norekvål T.M., Spaulding C., Van Veldhuisen D.J., ESC Scientific Document Group. 2015 ESC Guidelines for the Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: The Task Force for the Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed By: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J*. 2015;36(41):2793-2867. PMID: 26320108. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehv316>
7. Al-Khatib S.M., Stevenson W.G., Ackerman M.J., Bryant W.J., Callans D.J., Curtis A.B., Deal B.J., Dickfeld T., Field M.E., Fonarow G.C., Gillis A.M., Granger C.B., Hammill S.C., Hlatky M.A., Joglar J.A., Kay G.N., Matlock D.D., Myerburg R.J., Page R.L. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation*. 2018;138(13):e272-e391. PMID: 29084731. <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000549>
8. Парастаев С.А., Лобов А.Н., Дидур М.Д., Плотников В.П., Карпашина А.С. *Клинические рекомендации по диагностике и лечению общего и частных синдромов перенапряжения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, иммунной системы и переутомления у спортсменов высокой квалификации*. Москва; 2016. Режим доступа: <https://www.sportmed.ru/dokumenty/klinicheskie-rekomendatsii-po-diagnostike-i-lecheniyu-sindromov-perenapryazheniya> [Parastayev S.A., Lobov A.N., Didur M.D., Plotnikov V.P., Kargashina A.S. Clinical recommendations for diagnostics and treatment of general and specific syndromes of central nervous system overvoltage, cardiovascular system, musculoskeletal system, immune system and fatigue in athletes of high qualification. Moscow; 2016. Available from: <https://www.sportmed.ru/dokumenty/klinicheskie-rekomendatsii-po-diagnostike-i-lecheniyu-sindromov-perenapryazheniya>]
9. Ардашев А.В., Балькова Л.А., Барбухатти К.О., Беличенко О.И., Бойцов С.А., Васюк Ю.А., Габрусенко С.А., Гаврилова Е.А., Голицын С.П., Дземешкевич С.Л., Дегтярева Е.А., Караськов А.М., Кисляк О.А., Колос И.П., Комолятова В.Н., Крыжановский С.А., Лидов П.И., Макаров Л.М., Михайлова А.В., Макарова Г.А., Никулина Н.Н., Палеев Н.Р., Палеев Ф.Н., Поляев Б.А., Поляков С.Д., Ревивили А.Ш., Рогоза А.Н., Садыкова Д.И., Сторожаков Г.И., Соколов С.Ф., Смоленский А.В., Сулимов В.А., Терещенко С.Н., Шарыкин А.С., Школьникова М.А., Харлап М.С., Якушин С.С. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2011;7(приложение 6):1-59. [Ardashev A.V., Balykova L.A., Barbuhatti K.O., Belichenko O.I., Boytsov S.A., Vasyuk Yu.A., Gabrusenko S.A., Gavrilova E.A., Golitsyn S.P., Dzemeshevich S.L., Degtyareva E.A., Karaskov A.M., Kislyak O.A., Kolos I.P., Komolyatova V.N., Kryzhanovsky S.A., Lidov P.I., Makarov L.M., Mikhailova A.V., Makarova G.A., Nikulina N.N., Paleev N.R., Paleev F.N., Polyayev B.A., Polyakov S.D., Revishvili A.Sh., Rogoza A.N., Sadykova D.I., Storozhakov G.I., Sokolov S.F., Smolensky A.V., Sulimov V.A., Tereshchenko S.N., Sharykin A.S., Shkolnikova M.A., Harlap M.S., Yakushin S.S. National guidelines for the admission of athletes with disabilities from the cardiovascular system to the training-competitive process. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2011;7(supplement 6):1-59. (In Russ.)]
10. Гаврилова Е.А. Существует ли спортивная патология миокарда? *Спортивная медицина*. 2014;2:3-13. [Gavrilova E.A. Is there a sports myocardium pathology? *Sports medicine*. 2014;2:3-13. (In Russ.)]
11. Василенко В.С., Мамиев Н.Д., Карповская Е.Б. Особенности клеточного иммунитета у спортсменов гребцов с нарушением ритма сердца на фоне снижения индекса анаболизма. *Крымский терапевтический журнал*. 2016;4(31):50-54. [Vasilenko V.S., Mamiev N.D., Karpovskaya E.B. Features of cellular immunity in athletes rowers violations heart rhythm index declining anabolism. *Krimsky Therapeutic Magazine*. 2016;4(31):50-54. (In Russ.)]
12. Василенко В.С., Лопатин З.В., Мамиев Н.Д., Карповская Е.Б. Маркеры перенапряжения сердца у спортсменов циклических видов спорта на примере академической гребли в динамике годового тренировочного цикла. Всероссийский конгресс Боткинские чтения: сборник тезисов; 21-22 мая 2018 г.; Санкт-Петербург, Россия. СПб.: Человек и его здоровье; 2018. С. 63-64. [Vasilenko V.S., Lopatin Z.V., Mamiev N.D., Karpovskaya E.B. Markers of cardiac stress in athletes of cyclic sports on the example of rowing in the dynamics of the annual training cycle. In: Mazurov V.I., Trofimov E.A., editors. *All-Russian Congress Botkin readings: collection of abstracts*; 2018 May 21-22; St. Petersburg, Russia. St. Petersburg: Man and his health; 2018. p. 63-64. (In Russ.)]
13. Макарова Г.А., Мирошникова Ю.В., Дидур М.Д., Парастаев С.А., Самойлов А.С. от имени Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. *Медицинские противопоказания к учебно-тренировочному процессу и участию в спортивных соревнованиях*. 2014. Режим доступа: <https://sportmed.ru/dokumenty/metodicheskie-rekomendatsii-meditsinskie-protivopokazaniya-k-uchebno-trenirovochnomu-protsessu-i-uchastiyu-v-sportivnykh-sorevnovaniyakh> [Makarova G.A., Miroshnikova Yu.V., Didur M.D., Parastayev S.A., Samoilov A.S. on behalf of the Russian Association for Sports Medicine and Rehabilitation of Patients and Disabled. *Medical contraindications to the training process and participation in sports*. 2014. (In Russ.) Available from: <https://sportmed.ru/dokumenty/metodicheskie-rekomendatsii-meditsinskie-protivopokazaniya-k-uchebno-trenirovochnomu-protsessu-i-uchastiyu-v-sportivnykh-sorevnovaniyakh>]
14. Ивянский С.А., Балькова Л.А., Урзяева А.Н., Щёкина Н.В. Современные представления о ремоделировании миокарда у юных спортсменов. *Наука и спорт: современные тенденции*. 2013;1(1):80-88. [Ivyansky S.A., Balykova L.A., Urzyayeva A.N., Shchyokino N.V. Current concepts of myocardial remodeling in young athletes. *Sport and science: current trends*. 2013;1(1):80-88. (In Russ.)]
15. Тихомиров А.Ю., Миняева О.В., Тихомирова Т.В. Опыт использования неселективного бета-блокатора в комплексной терапии нарушений реполяризации у юных спортсменов. *Исследования и практика в медицине*. 2017;4(4):50-57. [Tikhomirov A.Yu., Minyaeva O.V., Tikhomirova T.V. Experience of using a non-selective beta-blocker in complex therapy of repolarization disorders in young athletes. *Research in Practical Medicine Journal*. 2017;4(4):50-57. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17709/2409-2231-2017-4-4-5>
16. Angelini P., Vidovich M.I., Lawless C.E., Elayda M.A., Lopez J.A., Wolf D., Willerson J.T. Preventing sudden cardiac death in athletes: in

- search of evidence-based, cost-effective screening. *Tex Heart Inst J*. 2013;40(2):148-155. PMID: 23678212, PMCID: PMC3649790.
17. Бондаренко С.А., Василенко В.С., Ефимов Н.В. Кардиомиопатия вследствие хронического психоэмоционального стресса самостоятельное заболевание или проявление иной патологии сердца? *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(1-1):1357. [Bondarenko S.A., Vasilenko V.S., Efimov N.V. cardiomyopathy due to chronic psychoemotional stress independent disease or a manifestation of other pathology of the heart? *Modern problems of science and education*. 2015;(1-1):1357. (In Russ.)]
 18. Williams E.S., Owens D.S., Drezner J.A., Prutkin J.M. Electrocardiogram interpretation in the athlete. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2012;23(2):65-71. PMID: 22782726. <https://doi.org/10.1007/s00399-012-0179-9>
 19. Drezner J.A. Electrocardiogram interpretation in athletes: a practical tool. *Br J Sports Med*. 2012;46 Suppl 1:i6-8. PMID: 23097482. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091703>
 20. Drezner J.A. 18 highlights from the International Criteria for ECG interpretation in athletes. *Br J Sports Med*. 2020;54(4):197-199. PMID: 31704696. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101537>
 21. Schmitt L., Regnard J., Desmarest M., Mauny F., Mouro L., Fouillot J.-P., Coulmy N., Millet G. Fatigue shifts and scatters heart rate variability in elite endurance athletes. *PLoS One*. 2012;12(8): e71588. PMID: 23951198, PMCID: PMC3741143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071588>
 22. Комар Е.Б., Морозов В.Н., Калинин Л.А. Особенности адаптации сердца легкоатлетов высокой квалификации к нагрузкам различной направленности. *Вестник спортивной науки*. 2017;3:32-35. [Komar E.B., Morozov V.N., Kalinkin L.A. Features of adaptation of the heart of highly skilled athletes to loads of various kinds. *Sports Science messenger*. 2017;3:32-35. (In Russ.)]
 23. Schmitt L., Regnard J., Millet G.P. Monitoring Fatigue Status with HRV Measures in Elite Athletes: An Avenue Beyond RMSSD? *Front Physiol*. 2015;6:343. PMID: 26635629, PMCID: PMC4652221. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00343>
 24. Mainwaring L., Senthinathan A., Hutchison M. Post-concussion stress in asymptomatic athletes. Monitoring training with heart rate variability: how much compliance is needed for valid assessment? *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;9(5):783. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093494.191>
 25. Лысенко Д.С. Анализ variability ритма сердца для диагностики синдрома перетренированности у спортсменов. *Таврический научный обозреватель*. 2017;10-2(27):34-41. [Lysenko D.S. Analysis of the heart rhythm variability for diagnosis of athletes' overtraining syndrome. *Taurida Science Reviewer*. 2017;10-2(27):34-41. (In Russ.)]
 26. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Variability ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена. *Прикладная спортивная наука*. 2015;2:115-125. [Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Heart rate variability in the rapid assessment of the athlete's functional state. *Applied Sports Science*. 2015;2:115-125. (In Russ.)]
 27. Бутова О.А., Масалов О.А., Воробьева Ю.С. Оценка механизмов регуляции кардиоритма девушек-акробатов высокого класса спортивного мастерства. *Журнал научных статей о здоровье и образовании в XXI веке*. 2012;14(1):212-213. [Butova O.A., Masalov O.A., Vorobyova Yu.S. Evaluation mechanisms regulating heart girls-acrobats high class sports skill. *21st Century Journal of Scientific Articles Health and Education*. 2012;14(1):212-213. (In Russ.)]
 28. D'Ascenzi F., Alvino F., Natali B.M., Cameli M., Palmitesta P., Boschetti G., Bonifazi M., Mondillo S. Precompetitive assessment of heart rate variability in elite female athletes during play offs. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013;34(3):230-236. PMID: 24112387. <https://doi.org/10.1111/cpf.12088>
 29. Tian Y., He Z.-H., Zhao J.-x., Tao D.-L., Xu K.-y., Ernest C.P., Mc Naughton L.R. Heart rate variability threshold values for early-warning nonfunctional overreaching in elite female wrestlers. *J Strength Cond Res*. 2013;27(6):1511-1519. PMID: 23715265. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31826caef8>
 30. Meur Y.Le., Pichon A., Schaal K., Schmitt L., Louis J., Gueneron J., Vidal P.P., Hausswirth C. Evidence of parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(11):2061-2071. PMID: 24136138. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182980125>
 31. Хамидов Н.Х., Хурсанов Н.М., Воронцовская К.Р., Шарифова Н.Д. Вариабельность ритма сердца как один из факторов внезапной сердечной смерти. *Здравоохранение Таджикистана*. 2013;4(319):79-84. [Hamidov N.H., Khursanov N.M., Voronetskiy K.R., Sharifova N.D. Heart rhythm variability as one of factors of sudden cardiac death. *Tajikistan Health*. 2013;4(319):79-84. (In Russ.)]
 32. Sheppard M.N. Aetiology of sudden cardiac death in sport: a histopathologist's perspective. *Br J Sports Med*. 2012;46:15. PMID: 23097474, PMCID: PMC3603681. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091415>
 33. Талибов А.Х., Гущина Н.В., Ляшенко О.В., Дмитриева Е.С. Динамика состояния здоровья и физического развития спортсменов в процессе многолетней тренировки. *Теория и практика физической культуры*. 2019;4:102-104. [Talibov A.Kh., Gushchina N.V., Lyashenko O.V., Dmitrieva E.S. Dynamics of athletes' health and physical development in long-term training process. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2019;4:102-104. (In Russ.)]
 34. Васюк Ю.А., Копеева М.В., Корнеева О.Н. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2012;3(17):1-28. [Vasyuk Yu.A., Kopeeva M.V., Korneeva O.N. Recommendations for the quantification of the structure and function of the heart chambers. *Russian Journal of Cardiology*. 2012;3(17):1-28. (In Russ.)]
 35. Ghorayeb N., Stein R., Daher D.J., da Silveira A.D., Ritt L.E.F., Dos Santos D.F.P., Sierra A.P.R., Herdy A.H., de Araújo C.G.S., de Souza Colombo C.S.S., Kopiler D.A., de Lacerda F.F.R., Lazzoli J.K., de Matos L.D.N.J., Leitão M.B., Francisco R.C., Alô R.O.B., Timerman S., de Carvalho T., Garcia T.G. The Brazilian Society of Cardiology and Brazilian Society of Exercise and Sports Medicine Updated Guidelines for Sports and Exercise Cardiology – 2019. *Arq Bras Cardiol*. 2019;112(3):326-368. PMID: 30916199, PMCID: PMC6424031. <https://doi.org/10.5935/abc.20190048>
 36. Талибов А.Х. Предикторы ремоделирования и функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов. *Физическое воспитание и спортивная тренировка*. 2018;1(23):71-82. [Talibov A.H. Predictors of cardiac remodeling and cardio-vascular fitness of athletes. *Physical education and sports training*. 2018;1(23):71-82. (In Russ.)]
 37. Юмалин С.Х., Яковлев Л.В., Кофман Р.М. Состояние миокарда у юных спортсменов по данным эхокардиографии. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;3:447. [Yumalin S.Kh., Yakovlev L.V., Kofman R.M. State of the myocardium in young athletes by echocardiography. *Modern problems of science and education*. 2014;3:447. (In Russ.)]
 38. Корниенко Е.А. Профилактика реперфузионных осложнений в лечении острого инфаркта миокарда при сахарном диабете 2 типа. *Общая реаниматология*. 2019;15(3):4-18. [Kornienko E.A. Prophylaxis of reperfusion complications in treatment of acute

- myocardial infarction in type 2 diabetes mellitus patients. *General Reanimatology*. 2019; 15(3):4-18. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2019-3-4-18>
39. Атул Л. ЭХО-КГ понятным языком. Москва: *Практическая медицина*; 2017. [Atul L. ECHO-KG in plain language. Moscow: *Practical medicine*; 2017. (In Russ.)]
 40. Кириллова Т.Г., Боташева Т.Л., Гурбанова Л.Р., Лысенко А.В., Лушпаева О.А. Показатели вегетативной регуляции у женщин в зависимости от стереометрии организма под влиянием стандартной физической нагрузки. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*. 2015;8:81-86. [Kirillova T.G., Botasheva T.L., Gurbanova R.L., Lysenko A.V., Lushpaeva O.A. Indicators of autonomic regulation in women depending on the solid geometry of the body under the influence of a standard physical load. *Neurocomputers: development, application*. 2015;8:81-86. (In Russ.)]

Physiological or pathological hypertrophy of athlete's heart syndrome

Alexandr V. Gorbenko¹, Yuliya P. Skirdenko¹, Nikolay A. Nikolaev¹, Olga V. Zamahina¹, Sergey A. Sherstyuk², Anton V. Ershov^{3,4}

¹ Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

² Omsk Clinic Hospital No. 1, Omsk, Russian Federation

³ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

⁴ Moscow City Teacher Training University, Moscow, Russian Federation

Corresponding author. Anton V. Ershov, salavatprof@mail.ru

Intense physical activity increases the risk of sudden death by 10–17 fold. Some of the most important tasks of modern pathophysiology in sports medicine include searching for factors that allow an athlete's body to adapt to loads, understanding the line between adaptation and pathology and identifying risk groups of adaptation failure. It is necessary to distinguish between hypertrophic cardiomyopathy and true myocardial hypertrophy in athletes that results from the adaptation of the cardiovascular system to intense physical exertion. In Seattle, the American Medical Society of Sports Medicine together with the European Society of Cardiology proposed standards for the interpretation of electrocardiogram in athletes and considered criteria for the detection of pathological changes. The best functional state of an athlete and the effectiveness of his/her training are noted with high autonomy and high variability of heart rate. This is reflected in rhythmocardiogram data by increases in high frequency and root mean square of successive differences in heartbeats and a decrease in the low-frequency to high-frequency ratio.

A promising direction in the study of markers of an athletic heart is the analysis of echocardiographic (EchoCG) images of young and professional athletes. According to EchoCG analysis, nonadaptive remodelling is the loss of the ellipsoid shape of the left ventricle in favour of a spherical one. In athletes, when assessing transmitral flow by EchoCG, a low A peak can be considered a reserve of adaptive capabilities of the heart and not a pathology. For athletes-dischargers, a concentric variant of changing the geometry of the myocardium is characteristic. Upon reaching the qualification of a candidate, master of sports an eccentric change in the left ventricle cavity prevails.

Keywords: athlete's heart syndrome; sports medicine; sudden death; hypertrophic cardiomyopathy

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

ORCID ID

A.V. Gorbenko, <https://orcid.org/0000-0001-9703-9371> Y.P. Skirdenko, <http://orcid.org/0000-0002-6225-2444>
 N.A. Nikolaev, <http://orcid.org/0000-0002-3758-4930> O.V. Zamahina, <http://orcid.org/0000-0003-0748-2324>
 S.A. Sherstyuk, <https://orcid.org/0000-0001-9967-3261> A.V. Ershov, <http://orcid.org/0000-0001-5758-8552>

Author contributions

Conception and design: Y.P. Skirdenko

Drafting the article: A.V. Gorbenko, O.V. Zamahina, S.A. Sherstyuk

Critical revision of the article: N.A. Nikolaev

Final approval of the version to be published: A.V. Gorbenko, Y.P. Skirdenko, N.A. Nikolaev, O.V. Zamahina, S.A. Sherstyuk, A.V. Ershov

Copyright: © 2020 Gorbenko et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Gorbenko A.V., Skirdenko Y.P., Nikolaev N.A., Zamahina O.V., Sherstyuk S.A., Ershov A.V. Physiological or pathological hypertrophy of athlete's heart syndrome *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(2):16-25. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-2-16-25>