

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.3.8>

УДК: 612.171.1

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



Возможности эхокардиографического скрининга у спортсменов. Часть 1. Нормативные показатели

А.С. Шарыкин^{1,3,4,*}, В.А. Бадтиева^{1,2}, Ю.М. Иванова¹, Д.М. Усманов³

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

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

³ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить пригодность существующих отечественных и международных рекомендаций по использованию ЭхоКГ в качестве скрининговой методики обследования спортсменов; выбрать нормативы, характеризующие сердце в разных видах спорта на основании собственных исследований.

Материалы и методы: проведен метаанализ 38 отечественных и зарубежных источников литературы по результатам эхокардиографического обследования спортсменов. Изучены показатели 2647 спортсменов-мужчин в возрасте от 16 до 45 лет, выступающих за сборные команды Москвы и прошедших углубленное медицинское обследование на базе Клиники спортивной медицины МНПЦМРВиСМ ДЗ г. Москвы.

Результаты: размеры сердца у спортсменов незначительно отличаются от популяционных показателей, однако в 14–45% случаев выходят за референсные значения. В отсутствие заболеваний сердца наибольшие размеры левого желудочка (ЛЖ) отмечаются у лиц, тренирующихся выносливостью. При этом высокие функциональные возможности коррелируют с увеличенным объемом ЛЖ, индексированным по ППТ (для КДО/ППТ и VO_2 ПАНО $r = 0,52, p < 0,05$).

Заключение: эхокардиографический скрининг спортсменов позволяет получить достаточную информацию для выявления врожденной или возникшей в процессе чрезмерных тренировочных нагрузок патологии. В качестве нормативов целесообразно использовать популяционные показатели, выраженные в центильных величинах.

Ключевые слова: спортсмены, внезапная сердечная смерть, гипертрофия, внезапная остановка сердца, эхокардиография

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шарыкин А.С., Бадтиева В.А., Иванова Ю.М., Усманов Д.М. Возможности эхокардиографического скрининга у спортсменов. Часть 1. Нормативные показатели. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2022;12(3):72–83. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.3.8>

Поступила в редакцию: 23.05.2022

Принята к публикации: 12.10.2022

Online first: 15.11.2022

Опубликована: 30.12.2022

*Автор, ответственный за переписку

Possibilities of echocardiographic screening in athletes. Part 1. Normal values

Alexander S. Sharykin^{1,3,4,*}, Viktoria A. Badtieva^{1,2}, Iuliia M. Ivanova¹, Dmitriy M. Usmanov

¹ Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Moscow, Russia

² Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³ Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

⁴ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: assess the suitability of existing domestic and international recommendations for the use of echocardiography as a screening method for examining athletes; to select standards that characterize the heart in different sports, based on their own research.

Materials and methods: a meta-analysis of 38 domestic and foreign literature sources based on the results of an echocardiographic examination of athletes was carried out. The indicators of 2647 male athletes aged 16 to 45 years old, playing for the national teams of the city of Moscow and having passed an in-depth medical examination at the Sports Medicine Clinic, were studied.

Results: heart sizes in athletes differ slightly from population indicators, however, in 14–45% of cases they go beyond the reference values. In the absence of heart disease, the largest dimensions of the left ventricle (LV) are observed in endurance exercisers. At the same time, high functionality correlates with increased LV volume indexed by BCA (for EDV/BSA and VO_2 AT $r = 0.52$, $p < 0.05$).

Conclusion: echocardiographic screening of athletes allows obtaining sufficient information to identify congenital or pathology that has arisen during excessive training loads. As standards, it is advisable to use population indicators expressed in centile values.

Keywords: athletes, sudden cardiac death, hypertrophy, sudden cardiac arrest, echocardiography

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

For citation: Sharykin A.S., Badtieva V.A., Ivanova Iu.M., Usmanov D.M. Possibilities of echocardiographic screening in athletes. Part 1. Normal values. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2022;12(3):72–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.3.8>

Received: 23 May 2022

Accepted: 12 October 2022

Online first: 15 November 2022

Published: 30 December 2022

*Corresponding author

1. Введение

Медицинское обследование спортсменов, существующее в большинстве стран, сконцентрировано в основном на выявлении жизнеопасных заболеваний, приводящих к внезапной остановке сердца (ВОС). Трагические эпизоды включают различные острые расстройства кровообращения, большинство которых связаны непосредственно с сердцем [1]. Термин «внезапная сердечная смерть» (ВСС) используется в следующих случаях:

- погибший при жизни имел врожденное или приобретенное, потенциально опасное для жизни заболевание сердца;
- при вскрытии обнаружено заболевание сердца или сосудов, которое могло быть причиной внезапной смерти;
- при вскрытии не выявлено структурной патологии при макроскопическом и гистологическом исследовании, исключены другие внесердечные причины смерти и предполагается, что смерть могла быть вызвана аритмией.

В последних случаях иногда используется синоним «Внезапная необъяснимая смерть с отрицательным результатом вскрытия» [2]. Данная картина наблюдается примерно у 44% умерших спортсменов [3]. Так как внезапные смерти наиболее часто связывают с аритмиями, в большинстве европейских стран проводят целенаправленный сбор анамнеза, физикальное обследование и ЭКГ в 12 отведениях [4–7]. Для удешевления скрининга некоторые страны, включая США, рекомендуют проводить его без ЭКГ (и, конечно, без ЭхоКГ) из-за их высокой стоимости [8–12]. Тем не менее к настоящему времени достигнут определенный консенсус, определивший безобидные, пограничные и патологические изменения ЭКГ у спортсменов в соответствии с возрастом, полом, этнической принадлежностью и типом спорта [13], который показал необходимость использования ЭКГ и позволил унифицировать работу спортивных врачей.

Другим разделом обследования спортсменов является визуализация сердца, особенно при подозрении на его органические поражения. Основным средством

для этого является трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ). Однако ее применение затрудняется отсутствием четких нормативных показателей для спортсменов, что не позволяет выбрать единую или универсальную стратегию скрининга. В результате существует определенная врачебная автономия, которая основывается на известных рисках ВОС/ВСС в целевых популяциях спортсменов, доступной инфраструктуре и кардиологических ресурсах.

Целью настоящей работы является анализ существующих отечественных и международных рекомендаций по использованию ЭхоКГ при обследовании спортсменов в качестве скрининговой методики, а также результаты собственных исследований для выбора нормативных показателей сердца в различных видах спорта.

2. Материалы и методы

Проведен анализ наиболее валидных отечественных и зарубежных работ (38 источников), а также результатов обследований спортсменов на базе Клиники спортивной медицины МНПЦМРВиСМ с целью определить наиболее типичные отклонения эхокардиографических характеристик сердца от популяционных нормативов. МНПЦМРВиСМ ДЗ г. Москвы является центром, в котором осуществляется медицинский контроль за спортсменами сборных команд национального уровня по разным видам спорта. В данной работе использованы данные 2647 спортсменов мужского пола в возрасте от 16 до 45 лет, выступающих за сборные команды Москвы и прошедших полный спектр обследований в межсоревновательном периоде. Критерием отбора было отсутствие какой-либо патологии сердечно-сосудистой системы — структурной или электрической — и соревновательный стаж не менее трех лет.

Эхокардиографические измерения выполнены на приборах Philips Epiq Elit и GE E90 (США) в соответствии с международными рекомендациями [14–16].

Структурные границы нормального сердца

При эхокардиографическом исследовании спортсменов существуют две основные задачи.

1. Выявить предсуществующие заболевания, которые не проявляются или проявляются в данный момент клинически и могут иметь определенные структурные и функциональные последствия для сердца при систематических спортивных нагрузках.

2. Выявить изменения сердца, которые являются следствием неадекватных для данного спортсмена физических нагрузок или употребления запрещенных препаратов.

В первую группу можно отнести все патологии, обозначенные в табл. 1. Во вторую группу должны быть включены чрезмерные дилатации и/или гипертрофии левых или правых отделов сердца, отражающие несоответствие возможностей сердца нагрузкам при данном виде спорта, а также дилатация аорты.

Среди лиц без сердечно-сосудистых заболеваний к фатальным и не фатальным сердечным эпизодам наиболее часто приводят гипертрофия ЛЖ, его диастолическая дисфункция, дилатация левого предсердия и корня аорты [17]. В среднем размеры и масса спортивного сердца обычно больше, чем сердца у лиц, ведущих сидячий образ жизни, что и вызывает наиболее частые опасения. Однако эти показатели, как правило, незначительно выходят за рамки популяционных значений. В связи с этим основой скрининга является сопоставление размеров сердца, измеренных у спортсмена, с принятыми нормативами для всей популяции. Для выявления патологической дилатации левого желудочка наиболее часто проводят оценку его КДР и КДО, предельные значения которых в популяции составляют 60 мм (32 мм/м²) и 150 мл (75 мл/м²) соответственно [14–15]. Толщина задней стенки (ТЗС) левого желудочка не должна превышать 12 мм. Для экстремально крупных спортсменов (ППТ > 2,3 м²) толщина

Таблица 1

Заболевания, требующие обязательного эхокардиографического исследования

Table 1

Diseases requiring mandatory echocardiographic examination

Варианты заболеваний	Соответствующие структурные изменения сердца и магистральных сосудов
Заболевания миокарда	ГКМП, АКПЖ, ДКМП, миокардит (в т. ч. постковидный)
Заболевания клапанов	ПМК, легочный стеноз, ДАК в сочетании с дилатацией аорты и/или его дисфункцией
Заболевания коронарных артерий	Врожденные аномалии отхождения и расположения коронарных артерий
Заболевания аорты	Дилатация аорты: изолированная, в сочетании с синдромом Марфана или ДАК
Подозрение на употребление запрещенных субстанций	Гипертрофия миокарда в сочетании с диастолической дисфункцией, региональные дискинезии миокарда

Примечание. ГКМП — гипертрофическая кардиомиопатия, АКПЖ — аритмогенная кардиопатия правого желудочка, ДКМП — дилатационная кардиомиопатия, ДАК — двустворчатый аортальный клапан. * Частота зависит от популяций, подвергающихся исследованию.

стенки ЛЖ не должна превышать 14 мм, а КДР ЛЖ — 65 мм [18].

При оценке массы и вида гипертрофии левого желудочка используют референсные значения индекса массы миокарда (ИММ), равные 115 г/м² (95 г/м² для женщин) и величину 0,42 для относительной толщины стенки левого желудочка (ОТС).

Размеры левого предсердия у спортсменов обычно больше, чем в контрольных группах, но за исключением элитных атлетов редко превышают популяционные нормы (40 мм или 23 мм/м²). Чрезмерная дилатация чревата развитием фибрилляции предсердий.

Оценка размеров аорты по абсолютной величине остается достаточно консервативной (табл. 2). Дилатация аорты может отражать структурную неполноценность ее стенки и предрасположенность к расслоению или разрыву. Расширенный корень аорты (> 40 мм, 99-й центиль) не является признаком спортивного сердца и встречается у молодых спортсменов лишь в незначительном количестве случаев (0,3%) [19]. По данным интернационального регистра расслоение аорты в 34% случаев происходит при диаметре аорты более 45 мм, а в 57,2% — при диаметре более 50 мм [20]. Тем не менее американские руководства предлагают мужчинам с корнем аорты 40 мм (41 мм у высоких мужчин) и женщины с корнем аорты 36 мм (36–38 мм у высоких женщин) участвовать только в низкоинтенсивных спортивных соревнованиях [16]. Факторами риска являются пожилой возраст, мужской пол, многолетний анамнез артериальной гипертензии. Однако пациенты с генетическими заболеваниями соединительной ткани (синдромы Марфана, Лойса—Дитца, Тернера или Элерса—Данлоса), а также пациенты с двустворчатым аортальным клапаном (ДАК) имеют повышенный риск в более младшем возрасте [21].

При оценке по z-фактору (z-score) аневризматическое расширение констатируют при его величине >2 у лиц старше 20 лет или > 3 в возрасте до 20 лет.

При скрининговых исследованиях общепринятым является измерение аорты только на уровне синусов Вальсальвы (СВ). Однако случаи превышения нормативов регистрируют для всех отделов аорты. Более того, как было установлено нами, у юных спортсменов (1054 чел.) частота этих расширений достоверно

чаще локализуется в восходящей аорте, чем в синусах Вальсальвы (9,6% vs 3,4%, $p < 0,001$). При этом размеры восходящей аорты умеренно коррелируют с ударным объемом сердца ($r = 0,29$, $p < 0,05$), а также максимальным потреблением кислорода при нагрузочном тестировании ($r = 0,23$, $p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют, что при систематических физических нагрузках основной гемодинамический удар выброса из левого желудочка принимает на себя преимущественно аорта в ее восходящей части. Таким образом, необходимо проводить измерение сосуда не только на общепринятом уровне (СВ), но вплоть до дуги аорты.

Из показателей функции ЛЖ используют преимущественно ударный объем (УО) и ударный индекс (УИ), фракцию выброса (ФВ), параметры диастолической функции (соотношение скоростей наполнения желудочка E/A) и глобальной продольной деформации (GLS, норма от -19 до -22% [23]).

При характеристике клапанной патологии и внутрисердечных шунтов широко применяется цветное картирование. Методики и оценка степени регургитации или шунтов аналогичны таковым у не спортсменов. Расширенная визуализация используется в конкретном поиске миокардита, ремоделирования правого желудочка (четырёхкамерная субкостальная проекция) и патологий коронарных артерий.

Как показывает опыт, выявление подавляющего количества патологий и соответствующие измерения можно выполнить при использовании трех основных эхокардиографических проекций (табл. 3).

Само исследование занимает около 15 мин., что соответствует данным других исследователей [24].

Полученные нами данные свидетельствуют, что перечисленные базовые параметры сердца у здоровых спортсменов под влиянием систематических упражнений изменяются достаточно медленно, и если все же выходят за рамки референсных значений, должны привлекать к себе внимание, т.к. могут свидетельствовать о наличии патологической дилатации или гипертрофии. В подобных случаях решающее значение для дифференциальной диагностики имеют функциональные показатели левого желудочка.

Наименьшие показатели регистрируют у лиц, занимающихся сложно-координационными видами

Таблица 2

Нормальные размеры аорты у мужчин и женщин (адаптировано из [22])

Table 2

Normal aorta dimensions in men and women (adapted from [22])

Уровни аорты	Абсолютные размеры (мм)			Индексированные размеры (мм/м ²)		
	Муж.	<i>p</i>	Жен.	Муж.	<i>p</i>	Жен.
Синусы Вальсальвы	34 ± 3	< 0.001	30 ± 3	17 ± 2	<i>ns</i>	18 ± 2
Синотубулярное соединение	29 ± 3	< 0.001	26 ± 3	15 ± 2	<i>ns</i>	15 ± 2
Восходящая аорта	30 ± 4	< 0.001	27 ± 4	15 ± 2	<i>ns</i>	16 ± 3

Таблица 3

**Рекомендации по использованию отдельных эхокардиографических проекций
при скрининговых обследованиях спортсменов**

Table 3

Recommendations for the use of individual echocardiographic projections in the athletes' screening

Проекция	Зона интереса	Измерения
Парастеральная проекция длинной оси	Наличие пролапса митрального клапана. Цветовое картирование на уровне митрального и аортального клапанов (наличие и величина регургитации или стеноза). Наличие межжелудочкового дефекта	Размер правого желудочка. Толщина межжелудочковой перегородки в конце диастолы (ТМЖП). Толщина задней стенки левого желудочка в конце диастолы (ТЗС ЛЖ). Конечно-диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ). Размер левого предсердия. Диаметр синусов Вальсальвы, синотубулярного соединения и восходящей аорты
Парастеральная проекция короткой оси	Уровень аортального клапана (диагностика ДАК). Место отхождения и диаметр устьев коронарных артерий. Цветовое картирование на уровне аортального и легочного клапанов (наличие и величина регургитации). Наличие межпредсердного или межжелудочкового дефекта, ОАП	ГСД на легочном клапане. Измерение толщины компактного и некомпактного миокарда ЛЖ (при подозрении на НМЛЖ)
Апикальная проекция четырех и трех камер	Размеры желудочков и предсердий. Цветовое картирование на уровне митрального, трикуспидального и аортального клапанов (наличие и величина регургитации). Наличие межпредсердного или межжелудочкового дефекта	Измерение давления в полости ПЖ. Измерение ГСД на аортальном клапане. Диастолическая функция ЛЖ

Примечания. ДАК — двустворчатый аортальный клапан; ЛЖ — левый желудочек; ПЖ — правый желудочек; ОАП — открытый артериальный проток; ГСД — градиент систолического давления; НМЛЖ — некомпактный миокард левого желудочка.

спорта, наибольшие — среди тренирующихся выносливость. Абсолютные и центильные величины для спортсменов, выступающих в разных видах спорта на национальном уровне, приведены в табл. 4.

Полученные референсные значения соответствуют большинству литературных данных разных лет, приведенных как для массового спорта, так и для элитных спортсменов [25–28].

Валидность указанных «нормальных» коридоров для линейных и объемных показателей сердца подтверждается кардиопульмональными тестами, выполненными нами у 1917 спортсменов. Нами доказано существование умеренных корреляций ($r = 0,24-0,40$, $p < 0,05$) между величиной КДР/ППТ с одной стороны и VO_2 Peak, VO_2 ПАНО и W Peak — с другой стороны. При тренировках, максимально направленных на увеличение выносливости, начинает доминировать корреляция с КДО/ППТ ($r = 0,52$, $p < 0,05$). Таким образом, именно большие «удельные» емкости сердца обуславливают более высокие аэробные и мощностные показатели функциональных тестов. При этом средний уровень КДО/ППТ остается в пределах нормальных референсных значений ($74,8 \pm 8,2$ мл/м²). Для изучения более

углубленных взаимосвязей между морфологическими характеристиками сердца и функциональными возможностями спортсменов необходимо накопление большего количества наблюдений в различных видах спорта.

Индексация размеров сердца по ППТ особенно важна у молодых лиц, т.к. позволяет оценивать состояние сердца при продолжении роста самого спортсмена. К примеру, в наших исследованиях было выявлено, что при увеличении возраста у юных спортсменов мужского пола растет и КДР ЛЖ [29]. В то же время при индексации этого показателя к площади поверхности тела он прогрессивно уменьшался (табл. 5).

При этом ни в одной группе не были превышены референсные популяционные показатели по абсолютной величине, но не по индексированной.

3. Результаты исследования и их обсуждение

До 80% спортсменов, перенесших ВОС, не имеют задокументированных предупреждающих симптомов во время скрининга и могут быть пропущены при оценке, сосредоточенной только на клинических признаках и симптомах [3]. ЭКГ улучшает диагностику, но не отражает большинство структурных изменений сердца.

Таблица 4

Эхокардиографические показатели (M ± SD, 5-й и 95-й центили) 2647 спортсменов-мужчин без сердечно-сосудистой патологии в возрасте 20,1 ± 5,5 года в зависимости от преобладающей спортивной нагрузки (собственные данные)

Table 4

Echocardiographic parameters (M ± SD, 5th and 95th centiles) of 2647 male athletes without cardiovascular pathology aged 20.1 ± 5.5 years, depending on the prevailing sports load (own data)

Показатели	Виды спорта							
	Сложно-координационные		Тренирующие силу		Смешанные		Тренирующие выносливость	
	Абс., (M ± SD)	5-95 центили	Абс., (M ± SD)	5-95 центили	Абс., (M ± SD)	5-95 центили	Абс., (M ± SD)	5-95 центили
Количество спортсменов	583	-	957	-	432	-	675	-
ППТ, м ²	1,86 ± 0,15	1,63-2,15	1,94 ± 0,21*	1,92-2,31	1,99 ± 0,17*†	1,73-2,33	1,94 ± 0,14*‡	1,71-2,2
ТЗС ЛЖ	8,5 ± 1,1	7,0-10,0	9,3 ± 1,4*	9,0-11,8	8,9 ± 1,0*†	7,0-10,0	9,2 ± 1,0*‡	8,0-11,0
ТЗС ЛЖ/ППТ, мм/м ²	4,5 ± 0,8	3,5-5,6	4,8 ± 0,8	4,7-6,2	4,5 ± 0,5	3,6-5,43	4,6 ± 0,9	3,7-5,6
КДРЛЖ, мм	48,3 ± 7,2	31-57	52,8 ± 4,5*	53-60	53,4 ± 3,8*†	47,0-60,0	53,9 ± 5,5*†	45,0-63,4*
КДР ЛЖ/ППТ, мм/м ²	26,1 ± 4,0	16,8-30,5	27,4 ± 2,4*	27,3-31,2	27,0 ± 2,2*	23,5-30,8	27,7 ± 2,1**‡	24,4-31,2
КДО, мл	119,8 ± 20,9	87,7-160*	135,1 ± 24,2*	135,3-180*	138,8 ± 23,1*†	102,4-180,0*	140,1 ± 21,7*†	106,8-178,2*
КДО/ППТ, мл/м ²	64,3 ± 9,5	48,6-81,4*	69,7 ± 10,1*	69,5-87,0*	70,0 ± 9,2*	53,2-87,8*	72,1 ± 10,0**‡	56,7-89,5*
ЛП, мм	31,3 ± 3,4	26,0-37,0	33,1 ± 3,7*	33-40,0	33,2 ± 3,4*	28,0-39,0	33,4 ± 3,4*	28-39,0
ЛП/ППТ, мм/м ²	16,9 ± 1,8	13,8-20,0	17,2 ± 1,9*	17,1-20,5	16,8 ± 1,6†	14,1-19,4	17,2 ± 1,8*‡	14,2-20,1
ИММ, г/м ²	81,7 ± 12,7	62,7-106,3	91,0 ± 14,3*	90,7,0-116,0	91,6 ± 13,5*	68,6-115,9	97,4 ± 15,3**‡	74,9-124,0*
УИ, мл/м ²	41,7 ± 7,5	30,0-54,2	43,9 ± 7,7*	43,5-56,6	44,7 ± 7,6*	32,4-57,8	46,1 ± 7,9**‡	33,7-59,2
ФВ, %	64,8 ± 6,1	54,2-74,0	63,2 ± 6,3	63,4-73,6	63,4 ± 6,2	53,0-73,2	63,5 ± 5,8	53,6-72,2

Примечание. ППТ — площадь поверхности тела; КДР ЛЖ — конечно-диастолический размер левого желудочка; КДО — конечно-диастолический объем; УИ — ударный индекс; ТЗС ЛЖ — толщина задней стенки левого желудочка; ЛП — левое предсердие; ИММ — индекс массы миокарда. * — $p < 0,05$ по сравнению с гр. 1, † — $p < 0,05$ по сравнению с гр. 2, ‡ — $p < 0,05$ по сравнению с гр. 3. * — превышены величины, соответствующие нормальной популяции.

Таблица 5

Распределение КДР ЛЖ у 892 юных спортсменов в игровых видах спорта (собственные данные)

Table 5

Distribution of the end diastolic size of the left ventricle in 892 young athletes in team sports (own data)

Возраст, лет	n	КДР ЛЖ, мм (M ± SD)	КДР ЛЖ, мм (95-й центиль)	КДР ЛЖ/ППТ, мм/м ² (M ± SD)	КДР ЛЖ/ППТ, мм/м ² (95-й центиль)
≤ 14	99	48,1 ± 4,2	55,0	30,2 ± 2,9	35,0
≤ 15	215	49,7 ± 3,8*	55,9	29,4 ± 2,3*	33,2
≤ 16	282	50,7 ± 3,1*	57,4	28,1 ± 3,7*	34,2
≤ 17	191	51,4 ± 4,0	58,0	27,3 ± 2,2*	30,9
≤ 18	105	51,6 ± 3,9	58,0	27,1 ± 2,2	30,7

Примечание. 95-е центили рассчитаны для ППТ, полученной в каждой возрастной группе; * — $p < 0,05$ по сравнению с предыдущим возрастом.

ЭхоКГ среди многочисленных методик визуализации сердца (МРТ, КТ, ангиокардиография) является наиболее доступной, неинвазивной и допускающей повторные исследования в течение короткого промежутка времени. Нередко ее квалифицированное применение позволяет исключить дальнейшие обследования, способные повысить затраты более чем в 1000 раз [30]. Для быстрого скринингового исследования возможно использование определенного, предварительно установленного в приборе протокола получения изображения, что позволяет работать даже неспециалистами вне медицинского учреждения [31–33]. Однако это требует четкой организационной структуры и определяет повышенные требования к квалификации эхокардиографистов, окончательно оценивающих зарегистрированные результаты.

Для ускорения и удешевления скрининга некоторые исследователи рекомендуют многоэтапный подход. На первой ступени применяется короткое исследование с оценкой только базовых характеристик сердца и здоровья спортсмена. При наличии каких-либо отклонений (например, болей в сердце, синкопальных состояний, выраженных сердцебиений и аритмий, шума в сердце, изменений АД и ЭКГ) переходят к целенаправленному поиску соответствующих патологий, используя ЭхоКГ, суточное мониторирование ЭКГ, СМАД или МРТ. В работе [34], основанной на скрининге 566 447 лиц, подобный подход позволил снизить дорогостоящие исследования с 19,5 до 3,4%.

Однако все больше работ рекомендуют использовать ЭхоКГ как первичную скрининговую методику визуализации сердца. Это связано с тем, что проблемы спорта не ограничиваются риском смерти. В последние годы появились сообщения о неблагоприятных постнагрузочных процессах в сердечной мышце, связанных с острыми реакциями, фиброзом миокарда, его отеком

и структурной перестройкой [35]. В результате внимание стали привлекать неоправданные расширения камер сердца или гипертрофия с возможной «инвалидизацией» сердца, снижением спортивных результатов и качества жизни спортсмена. В подобных случаях необходима полноценная оценка морфологии сердца уже на ранних стадиях профессиональных занятий. Очевидно, что физикальное исследование и ЭКГ не отвечают на вопросы: Есть ли аномальные коронарные артерии? Есть ли локальные дискинезии миокарда? Есть ли миокардиальные рубцы? Есть ли жировые отложения в миокарде? Есть ли дисфункция клапанов сердца? Какова степень нарушения работы желудочков? При этом по мере увеличения количества медицинских освидетельствований спортсменов стало очевидно, что патологии, несущие риски внезапной смерти, составляют лишь 4,5% от всех выявленных [34], в то время как существует большое количество состояний, обуславливающих общую заболеваемость и преждевременную смертность по сравнению со здоровой популяцией. К примеру, врожденные пороки сердца (ВПС) способны привести к внезапной остановке сердца достаточно редко (у 0,1% больных, в т.ч. при физической активности — у 0,018% из них) [36], однако они сопровождаются сердечной недостаточностью, гипоксемией и инвалидностью примерно в 50% случаев. Эхокардиография способна выявить симптомы и других заболеваний, приводящих к аналогичным осложнениям [37–39] (табл. 1). В связи с этим быстро увеличивается количество публикаций, доказывающих, что прямая визуализация сердца спортсменов, особенно трансторакальная эхокардиография, должна играть важную роль в досоревновательном обследовании. На какие же опорные моменты должен ориентироваться исследователь?

Очевидно, что не существует программ скрининга, способных полностью предотвратить случаи ВОС/ВСС.

Таблица 6

Стадии развития заболеваний сердца у спортсменов

Table 6

Stages of heart disease development in athletes

Стадия	Характеристики	Примеры
A	Высокий риск развития осложнений, т.к. есть заболевание, при котором они развиваются. Еще нет структурных или функциональных изменений миокарда, перикарда или клапанов, а также клинических симптомов заболевания	Семейная КМП, артериальная гипертензия, нарушения липидного обмена, сахарный диабет, ревматизм, употребление запрещенных веществ, алкоголизм, генетические синдромы, хроническая гипоксия миокарда
B	Наличие структурных изменений сердца, которые потенциально приводят к осложнениям. Клинических симптомов еще нет	Гипертрофия, фиброз миокарда, дилатация ЛЖ, локальные дискинезии ЛЖ, асимптомные врожденные и приобретенные пороки сердца, изменения коронарных артерий, перенесенный инфаркт миокарда
C	Есть или были симптомы, связанные со структурной патологией сердца. Некоторые лица могут быть асимптомны на фоне постоянной медикаментозной терапии	Снижение толерантности к физической нагрузке, снижение спортивных результатов, не связанное с травмами. Высокое АД, требующее терапии. Диспноэ, слабость, сердцебиения, синкопальные состояния вследствие дисфункции ЛЖ или ПЖ

Примечание. ЛЖ — левый желудочек, ПЖ — правый желудочек, АД — артериальное давление.

Заболевания с такими осложнениями могут протекать латентно или развиваться в период между обследованиями. Преднагрузка на сердце может изменяться во время тренировки за счет обезвоживания, перераспределения кровотока и увеличения ЧСС, а постнагрузка — из-за изменений сосудистого сопротивления. Исследователь же встречается с теми изменениями сердца, которые существуют на момент скрининга или еще не развились.

В связи с этим можно предложить следующую рабочую классификацию стадий в развитии заболеваний сердца у спортсменов (табл. 6).

В стадии А нет оснований для отвода для занятий спортом; большая роль в выявлении потенциальных заболеваний принадлежит эффективному сбору анамнеза с применением опросников. В стадии В визуализация сердца, обычно с помощью ЭхоКГ, приобретает основное диагностическое значение и целесообразно рассмотреть соотношение пользы и риска занятий определенными видами спорта для здоровья спортсмена. Стадия С является противопоказанием для соревновательного спорта из-за опасности быстрой инвалидизации спортсмена. Для подтверждения соответствующих патологий используют дополнительные методы исследования (стресс-тесты, МРТ, суточное мониторирование ЭКГ и т. п.).

Классификация позволяет опасность обнаруженных изменений сердца уже при их начальных проявлениях. Целесообразно, чтобы врачи команд также были ориентированы в протоколе и результатах сердечно-сосудистого скрининга, т. к. на них возлагается задача за совместное с лечащими врачами принятие решений по оптимизации тренировочного процесса.

4. Выводы

К настоящему времени многие известные факторы риска ВОС изучены досконально и тактические рекомендации при их обнаружении меняются не существенно на протяжении многих лет. Основной вклад в сужение «серой зоны» между физиологическими и патологическими характеристиками сердца вносят методы, изучающие состояние миокарда (глобальную продольную деформацию ЛЖ, МРТ с контрастированием

Вклад авторов:

Шарыкин Александр Сергеевич — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

Бадтиева Виктория Асланбековна — написание текста статьи, редактирование, утверждение финальной версии статьи.

Иванова Юлия Михайловна — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

Усманов Дамир Мунирович — написание текста статьи, сбор и обработка материала.

и т. п.). Однако большинство структурных изменений сердца, отражающих ухудшение его состояния, возможно увидеть уже при эхокардиографическом скрининге. При этом в качестве информативных и обязательных измерений у спортсменов можно рекомендовать следующие.

1. Измерение КДР и КСР левого желудочка.

2. Измерение КДО и КСО левого желудочка.

3. Измерение толщины миокарда задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки в диастолу; целесообразно использовать нормативы, рассчитанные на площадь поверхности тела.

4. Оценка симметричности гипертрофии стенок ЛЖ (отношение толщины МЖП/ЗСЛЖ в норме должно быть $\leq 1,3$).

5. Измерение диаметров аорты на трех стандартных уровнях (синусы Вальсальвы, синотубулярное соединение, восходящая аорта). Проводить оценку целесообразно с применением z-score.

6. Вычисление массы миокарда (даже при нормальной толщине миокарда левого желудочка) и ее представление в виде индекса массы миокарда (ИММ) — относительно площади поверхности тела.

7. Определение вида ремоделирования сердца по относительной толщине стенки левого желудочка (ОТС) и массе миокарда.

При первичном скрининге обычно используют показатели линейных размеров камер сердца и толщины стенок. Остальные — при углубленном обследовании или при картине сердца, привлекающей внимание своей необычностью.

Таким образом, эхокардиографический скрининг спортсменов позволяет получить достаточную и необходимую информацию для выявления врожденной патологии или возникшей в процессе чрезмерных тренировочных нагрузок. В качестве нормативных можно использовать популяционные показатели, выраженные в центильных величинах. При их превышении должны быть оценены функциональные характеристики желудочков. При этом целесообразно разделить спортсменов по группам, отражающим преобладающую спортивную нагрузку.

Authors' contributions:

Alexander S. Sharykin — article text writing, collection and processing of material.

Viktoria A. Badtieva — article text writing, editing, approval of the article final version.

Iuliia M. Ivanova — article text writing, collection and processing of material.

Dmitriy M. Usmanov — article text writing, collection and processing of material.

Список литературы

1. Ревিশвили А.Ш., Неминуший Н.М., Баталов Р.Е., Гиляров М.Ю., Голицын С.П., Давтян К.В., Думпис Я.Ю. и др. Всероссийские клинические рекомендации по контролю над риском внезапной остановки сердца и внезапной сердечной смерти, профилактике и оказанию первой помощи. Вестник аритмологии. 2017;(89):1–104.
2. Stiles M.K., Wilde A.A.M., Abrams D.J., Ackerman M.J. et al. 2020 APHRS/HRS expert consensus statement on the investigation of decedents with sudden unexplained death and patients with sudden cardiac arrest, and of their families. *J. Arrhythm.* 2021;37(3):481–534. <https://doi.org/10.1002/joa3.12449>.
3. Drezner J.A., O'Connor F.G., Harmon K.G., et al. AMSSM Position Statement on Cardiovascular Preparticipation Screening in Athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions [published correction appears in *Br J Sports Med.* 2018 Mar 6;]. *Br. J. Sports Med.* 2017;51(3):153–167. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096781>
4. Vetter V.L., Dugan N., Guo R., Mercer-Rosa L., Gleason M., Cohen M., Vogel R.L., Iyer R. A pilot study of the feasibility of heart screening for sudden cardiac arrest in healthy children. *Am. Heart J.* 2011;161(5):1000–1006.e3. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2011.01.022>
5. Corrado D., Pelliccia A., Bjørnstad H.H., Vanhees L., Biffi A., Borjesson M., et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2005;26(5):516–524. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi108>
6. Çetin İ.I., Ekici F., Kibar A.E., Sürücü M., Orgun A. The pre-participation screening in young athletes: which protocol do we need exactly? *Cardiol. Young.* 2018;28(4):536–541. <https://doi.org/10.1017/S1047951117002438>
7. Toresdahl B.G., Asif I.M., Rodeo S.A., Ling D.I., Chang C.J. Cardiovascular screening of Olympic athletes reported by chief medical officers of the Rio 2016 Olympic Games. *Br. J. Sports Med.* 2018;52(17):1097–1100. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099029>
8. Risgaard B., Tfelt-Hansen J., Winkel B.G. Sports-related sudden cardiac death: How to prove an effect of preparticipation screening? *Heart Rhythm.* 2016;13(7):1560–1562. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.03.043>
9. Petek B.J., Baggish A.L. Current controversies in pre-participation cardiovascular screening for young competitive athletes. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2020;18(7):435–442. <https://doi.org/10.1080/14779072.2020.1787154>
10. Alpert J.S. Does Resting or Exercise Electrocardiography Assist Clinicians in Preventing Cardiovascular Events in Asymptomatic Adults? *JAMA Cardiol.* 2018;3(8):678–679. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.1800>
11. Steinvil A., Chundadze T., Zeltser D., Rogowski O., Halkin A., Galily Y., Perluk H., Viskin S. Mandatory electrocardiographic screening of athletes to reduce their risk for sudden death proven fact or wishful thinking? *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011;57(11):1291–1296. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.10.037>
12. Orchard J.J., Orchard J.W., La Gerche A., Semsarian C. Cardiac screening of athletes: consensus needed for clinicians on indications for follow-up echocardiography testing. *Br.*

References

1. Revishvili A.Sh., Neminushchii N.M., Batalov R.E., Giylarov M.Yu., Golitsyn S.P., Davtyan K.V. All-Russian Clinical Guidelines for Controlling the Risk of Sudden Cardiac Arrest and Sudden Cardiac Death, Prevention and First Aid. *Vestnik aritmologii = Journal of Arrhythmology.* 2017;(89):2–104 (In Russ.).
2. Stiles M.K., Wilde A.A.M., Abrams D.J., Ackerman M.J. et al. 2020 APHRS/HRS expert consensus statement on the investigation of decedents with sudden unexplained death and patients with sudden cardiac arrest, and of their families. *J. Arrhythm.* 2021;37(3):481–534. <https://doi.org/10.1002/joa3.12449>.
3. Drezner J.A., O'Connor F.G., Harmon K.G., et al. AMSSM Position Statement on Cardiovascular Preparticipation Screening in Athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions [published correction appears in *Br J Sports Med.* 2018 Mar 6;]. *Br. J. Sports Med.* 2017;51(3):153–167. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096781>
4. Vetter V.L., Dugan N., Guo R., Mercer-Rosa L., Gleason M., Cohen M., Vogel R.L., Iyer R. A pilot study of the feasibility of heart screening for sudden cardiac arrest in healthy children. *Am. Heart J.* 2011;161(5):1000–1006.e3. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2011.01.022>
5. Corrado D., Pelliccia A., Bjørnstad H.H., Vanhees L., Biffi A., Borjesson M., et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2005;26(5):516–524. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi108>
6. Çetin İ.I., Ekici F., Kibar A.E., Sürücü M., Orgun A. The pre-participation screening in young athletes: which protocol do we need exactly? *Cardiol. Young.* 2018;28(4):536–541. <https://doi.org/10.1017/S1047951117002438>
7. Toresdahl B.G., Asif I.M., Rodeo S.A., Ling D.I., Chang C.J. Cardiovascular screening of Olympic athletes reported by chief medical officers of the Rio 2016 Olympic Games. *Br. J. Sports Med.* 2018;52(17):1097–1100. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099029>
8. Risgaard B., Tfelt-Hansen J., Winkel B.G. Sports-related sudden cardiac death: How to prove an effect of preparticipation screening? *Heart Rhythm.* 2016;13(7):1560–1562. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.03.043>
9. Petek B.J., Baggish A.L. Current controversies in pre-participation cardiovascular screening for young competitive athletes. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2020;18(7):435–442. <https://doi.org/10.1080/14779072.2020.1787154>
10. Alpert J.S. Does Resting or Exercise Electrocardiography Assist Clinicians in Preventing Cardiovascular Events in Asymptomatic Adults? *JAMA Cardiol.* 2018;3(8):678–679. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.1800>
11. Steinvil A., Chundadze T., Zeltser D., Rogowski O., Halkin A., Galily Y., Perluk H., Viskin S. Mandatory electrocardiographic screening of athletes to reduce their risk for sudden death proven fact or wishful thinking? *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011;57(11):1291–1296. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.10.037>
12. Orchard J.J., Orchard J.W., La Gerche A., Semsarian C. Cardiac screening of athletes: consensus needed for clinicians on indications for follow-up echocardiography testing. *Br.*

J. Sports. Med. 2020;54(15):936–938. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101916>

13. **Sharma S., Drezner J.A., Baggish A., Papadakis M., Wilson M.G., Prutkin J.M., et al.** International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur. Heart J.* 2018;39(16):1466–1480. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw631>

14. **Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikkaet P.A., et al.** Recommendations for chamber quantification. *Eur. J. Echocardiogr.* 2006;7(2):79–108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>

15. **Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., et al.** Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imag.* 2015;16(3):233–270. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>

16. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., Bersin R.M., Carr V.F., Casey D.E. Jr, et al.** ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease. A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(14):e27–e129. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.02.015>. Erratum in: *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013;62(11):1039–1040.

17. **Fernandes L.P., Barreto A.T.F., Neto M.G., Câmara E.J.N., Durães A.R., Roever L., Aras-Júnior R.** Prognostic power of conventional echocardiography in individuals without history of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *Clinics (Sao Paulo).* 2021;76:e2754. <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2754>

18. **Riding N.R., Othman Salah O., Sharma S., Carré F., O'Hanlon R., George K.P., et al.** Do big athletes have big hearts? Impact of extreme anthropometry upon cardiac hypertrophy in professional male athletes. *Br. J. Sports Med* 2012;46 (Suppl):i90–i97. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091258>

19. **Gati S., Malhotra A., Sedgwick C., Papamichael N., Dhutia H., Sharma R., et al.** Prevalence and progression of aortic root dilatation in highly trained young athletes. *Heart.* 2019;105(12):920–925. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-314288>

20. **Siddiqi H., Isselbacher E., Suzuki T., Montgomery D., Pape L., Fattori R., et al.** Is size a good predictor of dissection risk in patients with Marfan syndrome or bicuspid aortic valves? Insights from the international registry of acute aortic dissection (IRAD). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012;59(13_Supplement):E1883. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(12\)61884-1](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(12)61884-1)

21. **Pelliccia A., Sharma S., Gati S., Bäck M., Börjesson M., Caselli S., et al.**; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur. Heart J.* 2021;42(1):17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2021;42(5):548–549.

22. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., Bersin R.M., Carr V.F., Casey D.E. Jr, et al.** 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke

J. Sports. Med. 2020;54(15):936–938. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101916>

13. **Sharma S., Drezner J.A., Baggish A., Papadakis M., Wilson M.G., Prutkin J.M., et al.** International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur. Heart J.* 2018;39(16):1466–1480. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw631>

14. **Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikkaet P.A., et al.** Recommendations for chamber quantification. *Eur. J. Echocardiogr.* 2006;7(2):79–108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>

15. **Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., et al.** Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imag.* 2015;16(3):233–270. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>

16. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., Bersin R.M., Carr V.F., Casey D.E. Jr, et al.** ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease. A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(14):e27–e129. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.02.015>. Erratum in: *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013;62(11):1039–1040.

17. **Fernandes L.P., Barreto A.T.F., Neto M.G., Câmara E.J.N., Durães A.R., Roever L., Aras-Júnior R.** Prognostic power of conventional echocardiography in individuals without history of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *Clinics (Sao Paulo).* 2021;76:e2754. <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2754>

18. **Riding N.R., Othman Salah O., Sharma S., Carré F., O'Hanlon R., George K.P., et al.** Do big athletes have big hearts? Impact of extreme anthropometry upon cardiac hypertrophy in professional male athletes. *Br. J. Sports Med* 2012;46 (Suppl):i90–i97. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091258>

19. **Gati S., Malhotra A., Sedgwick C., Papamichael N., Dhutia H., Sharma R., et al.** Prevalence and progression of aortic root dilatation in highly trained young athletes. *Heart.* 2019;105(12):920–925. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-314288>

20. **Siddiqi H., Isselbacher E., Suzuki T., Montgomery D., Pape L., Fattori R., et al.** Is size a good predictor of dissection risk in patients with Marfan syndrome or bicuspid aortic valves? Insights from the international registry of acute aortic dissection (IRAD). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012;59(13_Supplement):E1883. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(12\)61884-1](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(12)61884-1)

21. **Pelliccia A., Sharma S., Gati S., Bäck M., Börjesson M., Caselli S., et al.**; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur. Heart J.* 2021;42(1):17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2021;42(5):548–549.

22. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., Bersin R.M., Carr V.F., Casey D.E. Jr, et al.** 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke

Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *Circulation*. 2010;121(13):e266–369. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d4739e>

23. **Pelliccia A., Caselli S., Sharma S., Basso C., Bax J.J., Corrado D., et al.** Internal reviewers for EAPC and EACVI. European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) joint position statement: recommendations for the indication and interpretation of cardiovascular imaging in the evaluation of the athlete's heart. *Eur. Heart J.* 2018;39(21):1949–1969. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx532>

24. **Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr., Wood M.J., Berkstresser B., McClanahan C., et al.** The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>

25. **Pluim B.M., Zwiderman A.H., van der Laarse A., van der Wall E.E.** The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*. 2000;101(3):336–344. <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.3.336>

26. **Utomi V., Oxborough D., Whyte G.P., Somauroo J., Sharma S., Shave R., Atkinson G., George K.** Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart. *Heart*. 2013;99(23):1727–1733. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2012-303465>

27. **Caselli S., Di Paolo F.M., Pisicchio C., Pandian N.G., Pelliccia A.** Patterns of Left Ventricular Diastolic Function in Olympic Athletes. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(2):236–244. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.09.013>

28. **Albaeni A., Davis J.W., Ahmad M.** Echocardiographic evaluation of the Athlete's heart. *Echocardiography*. 2021;38(6):1002–1016. <https://doi.org/10.1111/echo.15066>

29. **Шарыкин А.С., Иванова Ю.М., Павлов В.И., Бадтиева В.А., Субботин П.А.** Варианты ремоделирования сердца у детей и подростков в игровых видах спорта (на примере футбола и хоккея). *Педиатрия*. 2016;95(3):65–72.

30. **Leslie L.K., Cohen J.T., Newburger J.W., Alexander M.E., Wong J.B., Sherwin E.D., et al.** Costs and benefits of targeted screening for causes of sudden cardiac death in children and adolescents. *Circulation*. 2012;125(21):2621–2629. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.087940>

31. **Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr., Wood M.J., Berkstresser B., McClanahan C., et al.** The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>

32. **Narula S., Shameer K., Salem Omar A.M., Dudley J.T., Sengupta P.P.** Machine-Learning Algorithms to Automate Morphological and Functional Assessments in 2D Echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016;68(21):2287–2295. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.08.062>

33. **Moulson N., Jaff Z., Wiltshire V., Taylor T., O'Connor H.M., Hopman W.M., Johri A.M.** Feasibility and Reliability of Nonexpert POCUS for Cardiovascular Preparticipation Screening of Varsity Athletes: The SHARP Protocol. *Can. J. Cardiol.* 2019;35(1):35–41. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2018.11.003>

34. **Liu H.W., Huang L.W., Chiu S.N., Lue H.C., Wu M.H., Chen M.R., Wang J.K.** Cardiac Screening for High Risk Sudden Cardiac Death in School-Aged Children. *Acta Cardiol. Sin.* 2020;36(6):641–648. [https://doi.org/10.6515/ACS.202011_36\(6\).20200515A](https://doi.org/10.6515/ACS.202011_36(6).20200515A)

Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *Circulation*. 2010;121(13):e266–369. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d4739e>

23. **Pelliccia A., Caselli S., Sharma S., Basso C., Bax J.J., Corrado D., et al.** Internal reviewers for EAPC and EACVI. European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) joint position statement: recommendations for the indication and interpretation of cardiovascular imaging in the evaluation of the athlete's heart. *Eur. Heart J.* 2018;39(21):1949–1969. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx532>

24. **Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr., Wood M.J., Berkstresser B., McClanahan C., et al.** The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>

25. **Pluim B.M., Zwiderman A.H., van der Laarse A., van der Wall E.E.** The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*. 2000;101(3):336–344. <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.3.336>

26. **Utomi V., Oxborough D., Whyte G.P., Somauroo J., Sharma S., Shave R., Atkinson G., George K.** Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart. *Heart*. 2013;99(23):1727–1733. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2012-303465>

27. **Caselli S., Di Paolo F.M., Pisicchio C., Pandian N.G., Pelliccia A.** Patterns of Left Ventricular Diastolic Function in Olympic Athletes. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(2):236–244. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.09.013>

28. **Albaeni A., Davis J.W., Ahmad M.** Echocardiographic evaluation of the Athlete's heart. *Echocardiography*. 2021;38(6):1002–1016. <https://doi.org/10.1111/echo.15066>

29. **Sharyikin A.S., Ivanova Yu.M., Pavlov V.I., Badietva V.A., Subbotin P.A.** Cardiac remodeling variants in children and adolescents in team sports (on the example of football and hockey). *Pediatratria n.a. G.N. Speransky*. 2016;95(3):65–72 (In Russ.).

30. **Leslie L.K., Cohen J.T., Newburger J.W., Alexander M.E., Wong J.B., Sherwin E.D., et al.** Costs and benefits of targeted screening for causes of sudden cardiac death in children and adolescents. *Circulation*. 2012;125(21):2621–2629. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.087940>

31. **Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr., Wood M.J., Berkstresser B., McClanahan C., et al.** The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>

32. **Narula S., Shameer K., Salem Omar A.M., Dudley J.T., Sengupta P.P.** Machine-Learning Algorithms to Automate Morphological and Functional Assessments in 2D Echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016;68(21):2287–2295. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.08.062>

33. **Moulson N., Jaff Z., Wiltshire V., Taylor T., O'Connor H.M., Hopman W.M., Johri A.M.** Feasibility and Reliability of Nonexpert POCUS for Cardiovascular Preparticipation Screening of Varsity Athletes: The SHARP Protocol. *Can. J. Cardiol.* 2019;35(1):35–41. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2018.11.003>

34. **Liu H.W., Huang L.W., Chiu S.N., Lue H.C., Wu M.H., Chen M.R., Wang J.K.** Cardiac Screening for High Risk Sudden Cardiac Death in School-Aged Children. *Acta Cardiol. Sin.* 2020;36(6):641–648. [https://doi.org/10.6515/ACS.202011_36\(6\).20200515A](https://doi.org/10.6515/ACS.202011_36(6).20200515A)

35. Шарыкин А.С., Бадтиева В.А., Трунина И.И., Османов И.М. Фиброз миокарда — новый компонент ремоделирования сердца у спортсменов? Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019;18(6):126–135. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2019-6-126-135>

36. Jortveit J., Klcovansky J., Døhlen G., Eskedal L., Birke-land S., Holmstrøm H. Out-of-hospital sudden cardiac arrest in children with congenital heart defects. Arch. Dis. Child. 2018;103(1):57–60. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312621>

37. Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr., Wood M.J., Berk-stresser B., McClanahan C., et al. The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hospital cardiovascular disease screening. J. Am. Soc. Echocardiogr. 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>

38. Baggish A.L., Wood M.J. Athlete's heart and cardiovas-ular care of the athlete: scientific and clinical update. Circulation. 2011;123(23):2723–2735. <https://doi.org/10.1161/CIRCULA-TIONAHA.110.981571>

39. Galderisi M., Cardim N., D'Andrea A., Bruder O., Co-syns B., Davin L., et al. The multi-modality cardiac imaging ap-proach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging. 2015;16(4):353. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu323>

35. Sharykin A.S., Badtieva V.A., Trunina I.I., Os-manov I.M. Myocardial fibrosis — a new component of heart remodeling in athletes? Cardiovascular Therapy and Prevention. 2019;18(6):126–135. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2019-6-126-135>

36. Jortveit J., Klcovansky J., Døhlen G., Eskedal L., Birke-land S., Holmstrøm H. Out-of-hospital sudden cardiac arrest in chil-dren with congenital heart defects. Arch. Dis. Child. 2018;103(1):57–60. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312621>

37. Weiner R.B., Wang F., Hutter A.M. Jr., Wood M.J., Berk-stresser B., McClanahan C., et al. The feasibility, diagnostic yield, and learning curve of portable echocardiography for out-of-hos-pital cardiovascular disease screening. J. Am. Soc. Echocardiogr. 2012;25(5):568–575. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.01.010>

38. Baggish A.L., Wood M.J. Athlete's heart and cardiovas-ular care of the athlete: scientific and clinical update. Circulation. 2011;123(23):2723–2735. <https://doi.org/10.1161/CIRCULA-TIONAHA.110.981571>

39. Galderisi M., Cardim N., D'Andrea A., Bruder O., Co-syns B., Davin L., et al. The multi-modality cardiac imaging ap-proach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging. 2015;16(4):353. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu323>

Информация об авторах:

Шарыкин Александр Сергеевич*, д.м.н., профессор кафедры госпитальной педиатрии им. академика В.А. Таболина ФГБОУ ВО «Рос-сийский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России, Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, 1. ORCID: <https://0000-0002-5378-7316>

Бадтиева Виктория Асланбековна, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заведующая филиалом № 1 ГАУЗ ««Московский научно-практи-ческий центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы»», руково-дитель отдела спортивной медицины и клинической фармакологии, Россия, 105120, Москва, ул. Земляной Вал, 53; профессор кафедры восста-новительной медицины, реабилитации и курортологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова», Россия, 119296, Москва, Ленинский проспект, д. 62/1. ORCID: <https://0000-0003-4291-679X>

Иванова Юлия Михайловна, к.м.н., врач функциональной диагностики, отделения функциональной диагностики и спортивной ме-дицины Клиники спортивной медицины (филиал №1) ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, вос-становительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы», Россия, 105120, Москва, ул. Земляной Вал, 53. ORCID: <https://0000-0002-4616-8322>

Усманов Дамир Мунирович, врач спортивной медицины, отдела медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнова-ний, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агент-ства», Россия, 121059, Москва, Большая Дорогомилловская ул., 5.

Information about Authors:

Alexander S. Sharykin*, D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Hospital Pediatrics of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia. ORCID: <https://0000-0002-5378-7316>

Viktoria A. Badtieva, corresponding member of the RAS, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of Branch No. 1 of Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53, Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia; Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 62/1, Leninsky prospect, Moscow, 119296, Russia. ORCID: <https://0000-0003-4291-679X>

Iuliia M. Ivanova, MD, Ph.D., doctor of functional diagnostics, Department of Functional Diagnostics and Sports Medicine, Branch No. 1 of Mos-cow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Healthcare, Head of the Department of Sports Medicine and Clinical Pharmacology, 53, Zemlyanoy Val str., Moscow, 105120, Russia. ORCID: <https://0000-0002-4616-8322>

Dmitriy M. Usmanov, doctor of sports medicine, Department of medical support for sports teams and competitions of the Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, 5, Bolshaya Dorogomilivskaya str., Moscow, 121059, Russia

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author