

Шарыкин А. С.^{1,2}, Бадтиева В. А.^{1,3}¹ ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗ Москвы», Москва, Россия² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, Москва, Россия³ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава РФ (Сеченовский Университет), Москва, Россия

ВНЕЗАПНАЯ СМЕРТЬ В СПОРТЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Регулярная физическая активность оказывает значительное влияние на здоровье и снижает риск преждевременной смерти от любой причины, в том числе от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Вместе с тем физическая нагрузка может провоцировать внезапную сердечную смерть (ВСС), особенно если имеются нераспознанные заболевания. Необходимо определить факторы риска, способствующие ВСС у спортсменов, и осуществлять эффективную профилактику подобных эпизодов. С этой целью создаются регистры ВСС, проводится унификация медицинской терминологии, разрабатываются схемы медицинского обследования. Наилучшей стратегией борьбы с ВСС во время занятий спортом является сочетание первичной профилактики путем проведения скринингового обследования с целью выявления спортсменов с ССЗ из групп риска и правильного планирования мероприятий по оказанию первой помощи при проведении спортивно-массовых мероприятий, наличия на местах автоматического наружного дефибриллятора.

Ключевые слова Внезапная смерть; внезапная остановка сердца; спорт

Для цитирования Sharykin A.S., Badtieva V.A. Sudden Death in Sports: Modern Concepts. *Kardiologiya*. 2024;64(1):80–87. [Russian: Шарыкин А.С., Бадтиева В.А. Внезапная смерть в спорте: современные представления. *Кардиология*. 2024;64(1):80–87].

Автор для переписки Бадтиева Виктория Асланбековна. E-mail: maratik2@yandex.ru

Введение

Существуют убедительные доказательства, что регулярная физическая активность оказывает значительное влияние на здоровье и снижает риск преждевременной смерти от любой причины, в том числе от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [1, 2]. Вместе с тем физическая нагрузка может провоцировать внезапную сердечную смерть (ВСС), особенно если имеются нераспознанные заболевания [3]. Основой ВСС служат эпизоды желудочковой тахикардии или фибрилляции желудочков, приводящие к внезапной остановке системного и церебрального кровообращения [4].

Значительную роль при этом играет объем выполняемых физических нагрузок. Почти 4 из 10 европейцев сообщают, что они тренируются или занимаются спортом по крайней мере 1 раз в неделю. Вместе с тем 13% европейцев не ходят пешком хотя бы 10 мин подряд в течение недели и 11% более 8,5 ч в день пребывают в положении сидя [5]. На фоне агитации за здоровый образ жизни и занятия спортом определенная часть населения перестраивает жизненный уклад, сравнительно поздно обращаясь к любительскому или профессиональному спорту. В то же время проведенные популяционные исследования свидетельствуют, что кривая выживаемости имеет обратную J-образную форму с максимальной смертностью как при сидячем образе жизни, так и при высокоинтенсивных физических нагрузках, особенно у недостаточно физически подготовленных лиц [6] (рис. 1, адаптировано из [6]).

Центральная иллюстрация. Внезапная смерть в спорте: современные представления



Такую же J-образную форму имеет и кривая частоты развития осложнений коронарного генеза, которые зависят от величины нагрузки и количества физических тренировок в неделю [7, 8]. В качестве основной причины ВСС предполагается возникновение относительной коронарной недостаточности в условиях интенсивной и длительной работы сердца, особенно при его гипертрофии, а также развитие фиброза, электролитных и дегенеративных изменений в миокарде, служащих субстратом для аритмий.

В основе таких событий могут лежать и гемодинамический стресс, вызванный физической нагрузкой, и вы-

Рисунок 1. Связь между величинами нагрузок и факторами, влияющими на здоровье и смертность



ЛЖ – левый желудочек, ПЖ – правый желудочек, АД – артериальное давление.

брос катехоламинов, которые увеличивают в 6–16 раз вероятность острой ишемии, инфаркта миокарда и ВСС во время и в ближайший час после тренировки по сравнению с состоянием покоя [9]. В связи с этим представляется важным определить факторы риска ВСС у спортсменов и осуществлять эффективную профилактику подобных эпизодов. С этой целью создаются регистры ВСС, проводится унификация терминологии, разрабатываются схемы медицинского обследования.

Определения

При регистрации смерти используют несколько консенсусно одобренных понятий [10–12].

Внезапная необъяснимая смерть (синдром) – смерть, наступившая у человека старше 1 года, в случае, если его в последний раз видели живым и нормально функционирующим менее чем за 24 ч до того, как нашли мертвым, а при наличии очевидцев как острое изменение сердечно-сосудистого статуса со временем до смерти <1 ч.

Внезапная аритмическая смерть (синдром) – необъяснимая внезапная смерть, наступившая у человека с отрицательной патологоанатомической и токсикологической оценкой. Имеет синоним «аутопсия-отрицательная смерть».

Внезапная смерть, связанная с физическими упражнениями и спортом – неожиданная смерть, произошедшая во время или сразу после физических упражнений (1–3 ч) по любой причине, за исключением насилия. Событие может быть далее охарактеризовано, как произошедшее во время тренировки или соревнования, в состоянии покоя или во время сна.

В случаях подозрения о связи смерти с расстройствами сердечной деятельности используют следующие уточнения.

Внезапная остановка сердца (ВОС) – непредвиденная остановка кровообращения сердечного происхождения, которая была устранена с помощью успешных реанимационных мероприятий и/или дефибрилляции, независимо от последующего выживания.

Внезапная сердечная смерть (ВСС) – термин 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 других внесердечных причин смерти и предполагается, что смерть могла быть вызвана аритмией (аутопсия-отрицательная смерть).

Эпидемиология внезапной остановки сердца/внезапной смерти

К 2021 г. устоялось представление, что общие показатели ВСС колеблются в диапазоне от 15 до 159 случаев на 100 тыс. человек в год, что соответствует 6–20% всех смертей [11], и зависят от региона и принципов регистрации смерти. Так, заболеваемость на 100 тыс. человеко-лет составляет 34,4 случая в Европе, 53,1 – в Северной Америке, 59,4 – в Азии и 49,7 – в Австралии. При этом выживаемость в случаях доставки в стационар крайне невысока: 7,6, 6,8, 3,0 и 9,7% соответственно [13].

Приводимая в литературе частота ВОС/ВСС в обычной популяции превосходит таковую среди спортсменов. Однако при исключении инцидентов, не связанных с систематической физической активностью, частота ВСС у спортсменов оказывается в 2,5–4,5 раза выше, чем среди сопоставимых групп населения [14, 15]. В то же время даже при таком подходе среди опубликованных случаев ВОС/ВСС в спорте сохраняется значительный разброс результатов [16]. Максимальная частота достигает 1,33/50000 человеко-лет, минимальная – 1/917000. Среди спортсменов высшей школы: 1/46000–1/917000, среди спортсменов колледжей – 1/43000–1/83000 человеко-лет. Результаты, опубликованные после 2003 г., указывают на колебания от 0,47 до 6,75 случая на 100 тыс. человеко-лет в профессиональном спорте и 0,12–1,7 – в рекреационном [17].

Очевидно, большие спортивные нагрузки могут выполнять роль триггеров ВСС. При этом ВСС в спорте имеют большой общественный резонанс, что привлекает к ним большее внимание, чем к инцидентам в общей популяции.

К сожалению, в Российской Федерации не ведется регистр ВСС в спорте и, соответственно, не представляется возможным глубоко изучить данную проблему и пути ее

Таблица 1. Причины внезапной остановки сердца среди спортсменов 18–35 лет

Заболевание	Частота среди перенесших ВОС, %
Ишемическая болезнь сердца	25,8
Идиопатическая фибрилляция желудочков	13,5
Миокардит	11,2
Гипертрофическая кардиомиопатия	7,9
Синдром внезапной аритмической смерти	6,7
Аритмогенная кардиомиопатия	5,6
Дилатационная кардиомиопатия	5,6
Врожденные аномалии коронарных артерий	5,6
Синдром Бругада	2,2
Саркоидоз	2,2
Прочие известные заболевания: • АВ-блокада 3-й степени; • идиопатическая гипертрофия левого желудочка; • пролапс митрального клапана; • миокардиальные мостики; • кардиопатия такоцубо; • WPW-синдром; • диссекция аорты	1,1% в среднем

АВ – атриовентрикулярная блокада,
WPW-синдром – синдром Вольфа–Паркинсона–Уайта.

решения в России. В отечественной литературе при большинстве внезапных смертей констатируется «аутопсия-отрицательная смерть» [18], в зарубежной литературе этот диагноз встречается в 22–42% случаев [19–21].

Причины внезапной остановки сердца/внезапной смерти

Так как нет заболеваний, которые однозначно (в 100% случаев) приводят к ВСС, постепенно были установлены и другие факторы, сопряженные с повышенным риском внезапной смерти. К ним отнесены мужской пол, более старший возраст, принадлежность к некоторым этническим группам, занятия отдельными видами спорта.

В разных возрастных группах причины смерти меняются из-за различий в заболеваниях, преимущественно встречающихся в каждой из них. В связи с этим выделяют следующие возрастные группы: юный спортсмен – физическое лицо от 12 до 35 лет, спортсмен старшего возраста (или возрастной спортсмен) – физическое лицо старше 35 лет. У молодых людей большинство ВСС вызываются в основном наследственными заболеваниями сердца, включая первичные аритмогенные нарушения (например, врожденный синдром удлиненного интервала Q-T и катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия), различные виды кардиомиопатий (гипертрофическая, аритмогенная, дилатационная). Потенциально наследственные заболевания сердца остаются распространенной причиной ВСС, по крайней мере, до возраста

50 лет. Однако начиная с 35 лет роль основной причины ВСС переходит к ишемической болезни сердца (ИБС). Кроме того, в любом возрасте могут встретиться аномалии коронарных артерий, расслоение аорты, врожденные пороки сердца и миокардит. Неишемический рубец на миокарде левого желудочка может быть не столь уж редким клинически скрытым субстратом опасных для жизни аритмий у спортсмена [22]. Такое поражение миокарда может быть вызвано различными заболеваниями, включая миокардит, саркоидоз и генетические кардиомиопатии. У детей и молодежи в возрасте до 35 лет частота ВСС сравнительно невелика, но резко возрастает при достижении 60–80 лет.

Следует отметить, что возрастной рубеж 35 лет является довольно условным. Так, в одной из работ у молодых спортсменов (моложе 35 лет) с остановкой сердца (а не смертью), на основании сравнительно большого количества коронарографий (62,5%), основной причиной ВОС была признана ИБС [23] (табл. 1, адаптировано из [23]).

В Германии и во Франции за 7 лет всего зарегистрировано 147 случаев ВОС у спортсменов, что составило 4,77 (95% ДИ: 2,85–6,68) случаев на 1 млн. жителей в год (0,5 на 100 тыс.). Большинство случаев зафиксировано у спортсменов-любителей, а не профессиональных спортсменов. Основным механизмом был острый коронарный синдром с четко идентифицируемым поражением, указывающим на то, что усилия, вызванные физической активностью, могли вызвать разрушение атеросклеротических бляшек из-за повышенного напряжения сосудистой стенки.

Сходные результаты приводят N. Karam и соавт. [24], которые показали, что ангиографическая картина ИБС при ВОС, как связанных, так и не связанных со спортом, неожиданно оказалась одинаковой с точки зрения наличия хронических окклюзий и многососудистых заболеваний. При этом у большинства спортсменов симптомы проявлялись до ВОС. Тем не менее спортсмены сохраняли физическую активность, и только 50% обратились в службу неотложной медицинской помощи перед ВОС, что подчеркивает недостаточную осведомленность о симптомах ИБС.

ВСС возможна в любом виде спорта, однако эти случаи регистрируются чаще в массовых видах, вероятно, из-за большего количества участников [23, 24]. Так, наиболее распространенными видами физической активности для улучшения здоровья в Европе являются плавание (22%), езда на велосипеде (19%), ходьба (14%), бег (13%) и футбол (6%) [25]. Однако по частоте ВОС/ВСС среди спортсменов ведущие позиции занимают три из этих видов спорта: велоспорт – 28%, футбол – 18%, бег – 17% [26]. Следует отметить, что в шведской попу-

ляции к высокорисковым видам спорта относят также гольф (24,9%) и групповые занятия в тренажерном зале (23,9%) [27].

Варианты скрининга внезапной смерти

ВСС посвящено огромное количество исследований. Установлено, что приблизительно у 80% пациентов с ВСС, которых доставляет скорая медицинская помощь и у которых считается возможной реанимация, имеется именно кардиальное ее происхождение [28]. При этом проведение предварительного скрининга позволяет снизить летальность среди спортсменов на 89% [29]. В итоге к настоящему времени Американской кардиологической ассоциацией (АНА), Европейским обществом кардиологов (ESC), Международным олимпийским комитетом и большинством медицинских ассоциаций и спортивных федераций по всему миру рекомендован предварительный скрининг, направленный на выявление лиц с ССЗ, подверженных риску ВСС [21, 30, 31]. В РФ необходимость проведения обследования и его объем для получения допуска к занятиям спортом регламентированы приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 23.10.2020 № 1144н [32]. Используются также недавно пересмотренные Рекомендации по допуску к спорту лиц, имеющих заболевания и отклонения в сердечно-сосудистой системе [33, 34].

Следует отметить, что объемы и структура скрининга в разных странах значительно колеблются. Это основано на различном понимании потенциальных рисков и высокой стоимости обследования. Для удешевления скрининга некоторые страны, включая США, Великобританию, Испанию, рекомендуют проводить его даже без регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) и, конечно, без эхокардиографии [35–39]. Наиболее полные обследования, наряду с Россией, проводятся в Норвегии, Германии, Франции [40]. В последних двух странах – с обязательными нагрузочными тестами. Из спортивных ассоциаций наиболее ответственно к этому относятся ФИФА и УЕФА.

Применение ЭКГ до некоторой степени улучшает диагностику, но не отражает большинство структурных изменений сердца. Для оценки аномалий коронарных артерий, локальных гипокинезий миокарда, дисфункции клапанов сердца или самого желудочка необходима, по меньшей мере, эхокардиография. Более полное обследование осуществляется при необходимости на втором этапе диагностики.

Проблема предупреждения ВСС на современном этапе выглядит более сложной, чем просто сердечно-сосудистый скрининг, и складывается из следующих 3 основных компонентов:

1. Выявление структурных или электрических аномалий сердца в процессе ежегодного скрининга.

2. Выявление факторов риска ВОС при каждом заболевании.
3. Создание структуры неотложной «полевой» помощи при ВОС.

Эффективность скрининга внезапной остановки сердца/внезапной смерти

На современном этапе известны практически все виды патологии, которые могут закончиться ВОС, и отработана скрининговая диагностика, выявляющая определенные фенотипы. Эти фенотипы могут быть установлены клинически, с помощью ЭКГ или эхокардиографии. По данным итальянских авторов, скрининг может выявить состояния, потенциально связанные с ВОС, и, следовательно, позволяет назначить специфическое лечение примерно у 0,4% обследованных [17]. При этом прогностическое значение положительного результата теста (опасность смерти) составляет 4,7% при чувствительности 25%.

Общепринятый протокол скрининга (история болезни, осмотр и физикальные методы обследования, исходная ЭКГ, ЭхоЭКГ и тестирование с физической нагрузкой) обеспечивает хорошую чувствительность для выявления у молодых профессиональных спортсменов наиболее распространенных состояний, связанных с риском остановки сердца/внезапной смерти, таких как кардиомиопатии, каналопатии, синдром WPW, пролапс митрального клапана. Однако при менее распространенных причинах (неишемический рубец на левом желудочке, ИБС, врожденные коронарные аномалии, острый миокардит и идиопатическая фибрилляция желудочков) необходимы расширенные визуализационные исследования (МРТ сердца и коронарная компьютерная томография-ангиография) или инвазивные тесты (электрофизиологическое исследование и эндомиокардиальная биопсия).

Примечательно, что наличие изменений в сердечно-сосудистой системе, подчас весьма выраженных, не мешает многим спортсменам достигать самых высоких результатов. Как показали исследования А. Pelliccia и соавт. [41, 42], спортсмены-олимпийцы, несмотря на отсутствие симптомов и высочайшие спортивные результаты, не застрахованы от развития ССЗ, и у 3,9% из них имеется патология сердца с непредвиденно высоким риском летальных исходов во время занятий спортом. Еще хуже обстоят дела у паралимпийцев. Среди итальянских спортсменов, которые добились признания на международных соревнованиях, включая чемпионаты мира, и были выбраны в качестве кандидатов на Паралимпийские игры, опасные структурные заболевания сердца и различные тахикардии были выявлены в 9% и 3% случаев, соответственно. Еще более се-

резную проблему представляют заболевания, которые или отсутствуют на момент скрининга, или не имеют четкого фенотипа.

Могут ли некоторые сердечно-сосудистые проблемы у спортсменов высшего уровня оставаться клинически скрытыми?

С помощью ежегодного скрининга диагностируются до двух третей ССЗ, относящихся к группе риска по ВСС, в основном генетические кардиомиопатии с поздним проявлением фенотипической экспрессии или недавно приобретенные заболевания сердечной мышцы [43]. Однако суммарная чувствительность традиционного скрининга не настолько высока, как этого хотелось бы. Несколько повышают эффективность скрининга повторные исследования. К примеру, по данным P. Sarto и соавт. [44], диагностическая эффективность каждого этапа скрининга составляет 0,12% при первом обследовании и 0,1% при повторном обследовании. В итоге этот показатель равен 0,05% у детей в возрасте от 7 до 11 лет и 0,12% у детей 12–18 лет. При этом в течение периода наблюдения, длившегося $7,5 \pm 3,7$ года, у одного спортсмена с нормальными результатами первичного скрининга произошел эпизод остановки сердца, потребовавший реанимации во время занятий спортом.

Некоторые ССЗ, такие как ИБС и врожденные аномалии коронарных артерий, могут длительное время протекать бессимптомно и не вызывать отклонения на ЭКГ, поэтому у возрастных спортсменов следует оценивать суммарный риск развития ССЗ, а при высоком уровне проводить тестирования с физической нагрузкой и/или компьютерную коронарографию [12]. Однако исследования свидетельствуют, что только у 57,8% лиц с развившейся впоследствии ВОС выявляется повышенный риск во время скрининга [24]. К тому же эффективность скрининга профессиональных спортсменов перед началом соревнований снижается по мере возрастающей сложности диагностических тестов. Дополнительную информацию может дать генетический анализ, но, как правило, он стоит дорого и показан при наличии явного фенотипа заболевания.

Эффективность скрининга снижают и другие обстоятельства. Помимо «структурных» патологий, критические состояния могут вызвать различные идиопатические аритмии, которые отсутствуют при проведении обследования, но могут возникнуть после него, как и острый миокардит. Безусловно, невозможно заранее прогнозировать и развитие commotio cordis (опасной для жизни аритмии – обычно фибрилляции желудочков, вызванной тупой травмой грудной стенки), которое до последнего времени служит значительной причиной ВСС в США [45]. В этот круг входят и другие случаи аутопсия-отри-

цательной сердечной смерти спортсменов, о которых постоянно сообщается [19–21].

Сердечно-сосудистые заболевания и риск внезапной остановки сердца/внезапной смерти

Серьезной проблемой является невозможность определить, приведет ли данная конкретная патология у данного конкретного спортсмена к ВОС или нет? Известно, например, что распространенность гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП) в популяции составляет 1/500, а максимальная частота ВОС при ней равна 0,5%. В таком случае от занятий спортом будут отстранены около 2000 человек из миллиона обследованных, однако у 99% из них ВОС не наступит никогда [46]. В связи с этим важным направлением исследований является обоснование критериев и вариантов неблагоприятного течения ГКМП, например, наличие внутрижелудочковой обструкции или обмороков, которые будут безусловным противопоказанием к спортивным занятиям. Аналогичные рассуждения применимы к другим кардиомиопатиям и нарушениям электрической активности сердца.

В обобщающей работе E. R. Stormholt и соавт. [47] показали, что настораживающими симптомами могут быть одышка, обмороки (в покое или при физической нагрузке), головокружение, учащенное сердцебиение, затуманивание зрения, боль в грудной клетке/стенокардия и учащенное сердцебиение, которые встречаются у 14–74% спортсменов до наступления ВСС. Такие большие колебания частоты симптомов в разных публикациях подчеркивают важность тщательного сбора анамнеза для последующего целенаправленного медицинского обследования.

Неотложная «полевая» помощь при внезапной остановке сердца

ВОС и ВСС не являются заболеваниями, в связи с чем не могут быть выявлены заблаговременно. В результате ни одна стратегия скрининга не способна выявить всех спортсменов, подверженных риску ВОС/ВСС. Как уже отмечалось, патология сердца может возникнуть и скрытно протекать между двумя углубленными медицинскими обследованиями, развиваться в результате злоупотребления опасным допингом и лекарствами, которые могут также не выявляться инструментальными методами исследования. Элементы неопределенности создают лица с пограничными изменениями структуры сердца и ЭКГ, которые могут не перейти в опасные состояния в течение всей жизни человека или, наоборот, проявиться внезапно в обычной ситуации (такие как неосложненные миокардиальные мостики, пролапс митрального клапана, двустворчатый аортальный клапан, доброкачественные аномалии коронарных артерий и др.) [35]. Эти обстоя-

тельства диктуют необходимость соответствующей медицинской инфраструктуры для обеспечения неотложной помощи в «полевых» условиях, особенно использование автоматизированных наружных дефибрилляторов (АНД, AED в английской транскрипции) и тщательной разработки планов действий в чрезвычайных ситуациях. Наиболее важным фактором, определяющим выживаемость при ВОС, является использование дефибриллятора не позже 3–5 мин с момента остановки сердца [48].

К настоящему времени известно о благоприятных результатах такого подхода во многих странах. Так как немедленная сердечно-легочная реанимация чаще проводится у спортсменов (85,7–90,3% случаев), чем в обычной популяции (60,9%; $p < 0,001$) [48, 49], соответственно, выживаемость при ВОС в спорте в 3–8 раз выше [20, 50, 51]. В последних сообщениях она достигает 85–90% после доставки пострадавших в больницу [21, 23]. По этой причине термины «внезапная смерть» и «остановка сердца» у спортсменов больше не считаются взаимозаменяемыми, так как последняя успешно поддается лечению.

Заключение

Таким образом, наилучшей стратегией борьбы с внезапной сердечной смертью во время занятий спортом

является сочетание первичной профилактики путем проведения скринингового обследования с целью выявления спортсменов с сердечно-сосудистыми заболеваниями из групп риска и наличия на местах дефибрилляторов, которые обеспечат спасительную дефибрилляцию в случае непредсказуемых нарушений ритма сердца. Дополнительно снизить смертность от внезапной остановки сердца, особенно у спортсменов, могут расширение персонала, обученного проведению сердечно-легочной реанимации (включая самих спортсменов, сотрудников спортивных организаций и аварийно-спасательных служб, полицейских, охранников и волонтеров), разработка и координация планов реагирования на экстренные ситуации. Мониторинг последствий различных мероприятий в этой области позволит совершенствовать усилия по снижению частоты внезапной сердечной смерти.

Финансирование

Источники финансирования отсутствуют.

Конфликт интересов не заявлен.

Статья поступила 16.11.2023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Pratt M, Norris J, Lobelo F, Roux L, Wang G. The cost of physical inactivity: moving into the 21st century. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(3):171–3. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091810
- Davis JC, Verhagen E, Bryan S, Liu-Ambrose T, Borland J, Buchner D et al. 2014 Consensus Statement from the first Economics of Physical Inactivity Consensus (EPIC) Conference (Vancouver). *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(12):947–51. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093575
- Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *Journal of the American College of Cardiology*. 2003;42(11):1959–63. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.03.002
- Corrado D, Pelliccia A, Basso C, Zorzi A. Screening professional athletes for cardiovascular diseases at risk of cardiac arrest. *European Heart Journal*. 2022;43(4):251–4. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab440
- European Commission. Directorate General for Education, Youth, Sport and Culture. Sport and physical activity: full report. - LU: Publications Office; 2022. - 95p. ISBN 978-92-76-56432-4
- Cordero A, Masiá MD, Galve E. Physical Exercise and Health. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. 2014;67(9):748–53. DOI: 10.1016/j.rec.2014.04.005
- Schnohr P, O’Keefe JH, Marott JL, Lange P, Jensen GB. Dose of Jogging and Long-Term Mortality: the Copenhagen City Heart Study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;65(5):411–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.11.023
- Dores H, De Araújo Gonçalves P, Cardim N, Neuparth N. Coronary artery disease in athletes: An adverse effect of intense exercise? *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2018;37(1):77–85. DOI: 10.1016/j.repc.2017.06.006
- Vora A, Burkule N, Contractor A, Bhargava K. Prevention of sudden cardiac death in athletes, sportspersons and marathoners in India. *Indian Heart Journal*. 2018;70(1):137–45. DOI: 10.1016/j.ihj.2017.12.004
- Revishvili A.Sh., Neminushchy N.M., Golitsyn S.P. All-Russian clinical recommendations for controlling the risk of sudden cardiac arrest and sudden cardiac death, prevention and first aid. - М.: GEOTAR-Media; 2018. - 256p. [Russian: Ревишвили А.Ш., Неминуший Н.М., Голицын С.П. Всероссийские клинические рекомендации по контролю над риском внезапной остановки сердца и внезапной сердечной смерти, профилактике и оказанию первой помощи. - М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018. – 256с]. ISBN 978-5-9704-4464-1
- Stiles MK, Wilde AAM, Abrams DJ, Ackerman MJ, Albert CM, Behr ER et al. 2020 AHA/ACC/HRS expert consensus statement on the investigation of decedents with sudden unexplained death and patients with sudden cardiac arrest, and of their families. *Journal of Arrhythmia*. 2021;37(3):481–534. DOI: 10.1002/joa3.12449
- Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European Heart Journal*. 2021;42(1):17–96. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa605
- Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010;81(11):1479–87. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.08.006
- Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, Dumas F, Perier M-C, Mustafic H et al. Sports-Related Sudden Death in the General Population. *Circulation*. 2011;124(6):672–81. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.008979
- Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC et al. Incidence, Cause, and Comparative Frequency of Sudden Cardiac Death in National Collegiate Athletic Association Athletes: A Decade in Review. *Circulation*. 2015;132(1):10–9. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015431
- Toresdahl BG, Rao AL, Harmon KG, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac arrest in high school student athletes on school campus. *Heart Rhythm*. 2014;11(7):1190–4. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.04.017

17. Modesti PA, Casolo G, Olivotto I, Pellegrino A. Sudden death in young athletes: Is it preventable? *European Journal of Internal Medicine*. 2022;104:13–20. DOI: 10.1016/j.ejim.2022.06.009
18. Khalikov A.A., Kuznetsov K.O., Iskuzhina L.R., Khalikova L.V. Forensic aspects of sudden autopsy-negative cardiac death. *Forensic Medical Expertise*. 2021;64(3):59–63. [Russian: Халиков А.А., Кузнецов К.О., Искужина Л.Р., Халикова Л.В. Судебно-медицинские аспекты внезапной аутопсия-отрицательной сердечной смерти. Судебно-медицинская экспертиза. 2021;64(3):59–63]. DOI: 10.17116/sudmed20216403159
19. Finocchiaro G, Papadakis M, Robertus J-L, Dhutia H, Steriotis AK, Tome M et al. Etiology of Sudden Death in Sports: Insights from a United Kingdom Regional Registry. *Journal of the American College of Cardiology*. 2016;67(18):2108–15. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.02.062
20. Frisk Torell M, Strömsöe A, Herlitz J, Claesson A, Rawshani A, Borjesson M. Better outcomes from exercise-related out-of-hospital cardiac arrest in males and in the young: findings from the Swedish Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *British Journal of Sports Medicine*. 2022;56(18):1026–32. DOI: 10.1136/bjsports-2021-105151
21. Egger F, Scharhag J, Kästner A, Dvořák J, Bohm P, Meyer T. FIFA Sudden Death Registry (FIFA-SDR): a prospective, observational study of sudden death in worldwide football from 2014 to 2018. *British Journal of Sports Medicine*. 2022;56(2):80–7. DOI: 10.1136/bjsports-2020-102368
22. Zorzi A, Perazzolo Marra M, Rigato I, De Lazzari M, Susana A, Niero A et al. Nonischemic Left Ventricular Scar as a Substrate of Life-Threatening Ventricular Arrhythmias and Sudden Cardiac Death in Competitive Athletes. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2016;9(7):e004229. DOI: 10.1161/CIRCEP.116.004229
23. Bohm P, Meyer T, Narayanan K, Schindler M, Weizman O, Began-ton F et al. Sports-related sudden cardiac arrest in young adults. *EP Europace*. 2023;25(2):627–33. DOI: 10.1093/europace/euac172
24. Karam N, Pechmajou L, Dumas F, Bougouin W, Sharifzadeh-gan A, Beganton F et al. Comprehensive Assessment of Coronary Artery Disease in Sports-Related Sudden Cardiac Arrest. *Circulation*. 2018;138(4):429–31. DOI: 10.1161/CIRCULA-TIONAHA.118.034664
25. European Commission. Directorate General for Education and Cul-ture., TNS Opinion & Social. Sport and physical activity: report. -LU: Publications Office; 2014. - 84p. ISBN 978-92-79-36836-3
26. Morentin B, Suárez-Mier MP, Monzó A, Ballesteros J, Molina P, Luce-na J. Sports-related sudden cardiac death in Spain. A multicenter, pop-ulation-based, forensic study of 288 cases. *Revista Española de Car-diología (English Edition)*. 2021;74(3):225–32. DOI: 10.1016/j.rec.2020.05.044
27. Frisk Torell M, Strömsöe A, Herlitz J, Claesson A, Svensson L, Börjesson M. Outcome of exercise-related out-of-hospital cardi-ac arrest is dependent on location: Sports arenas vs outside of are-nas. *PLOS ONE*. 2019;14(2):e0211723. DOI: 10.1371/journal.pone.0211723
28. Engdahl J, Holmberg M, Karlson BW, Luepker R, Herlitz J. The ep-idemiology of out-of-hospital 'sudden' cardiac arrest. *Resuscitation*. 2002;52(3):235–45. DOI: 10.1016/S0300-9572(01)00464-6
29. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in Sudden Cardiovascular Death in Young Competitive Ath-letes After Implementation of a Preparticipation Screening Program. *JAMA*. 2006;296(13):1593–601. DOI: 10.1001/jama.296.13.1593
30. Drezner JA, O'Connor FG, Harmon KG, Fields KB, Asplund CA, Asif IM et al. AMSSM Position Statement on Cardiovascular Preparticipation Screening in Athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(3):153–67. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096781
31. Ljungqvist A, Jenouire P, Engebretsen L, Alonso JM, Bahr R, Clough A et al. The International Olympic Committee (IOC) Consensus State-ment on periodic health evaluation of elite athletes March 2009. *Brit-ish Journal of Sports Medicine*. 2009;43(9):631–43. DOI: 10.1136/bjism.2009.064394
32. Ministry of Health of the Russian Federation. Order No. 1144n from 23.10.2020 «On Approval of the procedure for providing me-dical care to persons engaged in physical culture and sports (includ-ing during the preparation and conduct of physical education and sports events), including the procedure for medical examination of persons wishing to undergo sports training, engage in physical cul-ture and sports in organizations and (or) comply with the standards of tests (tests) The All-Russian Physical Culture and Sports com-plex «Ready for work and Defense (GTO)» and forms of medical certificates on admission to participate in physical culture and sports events». Av. at: https://fhr.ru/upload/iblock/c07/1_Prikaz-Minzdrava-1144n-ot-23.10.2020.pdf?ysclid=lrhduh784p89030584. [Rus-sian: Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ № 1144н от 23 октября 2020 г. «Об утверждении порядка организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнить нормативы испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне (ГТО)» и форм медицинских заключений о допуске к участию в физкультурных и спортивных мероприятиях». Доступно на: https://fhr.ru/upload/iblock/c07/1_Prikaz-Minzdrava-1144n-ot-23.10.2020.pdf?ysclid=lrhduh784p89030584]
33. Boytsov S.A., Kolos I.P., Lidov P.I., Smolenskiy A.V., Vasyuk Yu.A., Ardashev A.V. et al. National recommendations on the admission of athletes with disabilities from the cardiovascular system to the training and competition process. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2011;7(6S):1–59. [Russian: Бойцов С.А., Колос И.П., Лидов П.И., Смоленский А.В., Васюк Ю.А., Ардашев А.В. и др. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2011;7(6S):1–59]
34. Sharykin A.S., Badtieva V.A., Klyuchnikov S.O., Balykova L.A., Smo-lenskiy A.V., Vyhodec I.T. et al. A guide on the criteria for admis-sion of adults to sports in accordance with the type of sport, gen-der and age in diseases, pathological conditions and deviations from the cardiovascular system. - М., Ryazan: Ryazan Regional Print-ing House; 2022. - 88p. [Russian: Шарыкин А.С., Бадтиева В.А., Ключников С.О., Балькова Л.А., Смоленский А.В., Выходец И.Т. и др. Пособие по критериям допуска совершеннолетних лиц к занятиям спортом в соответствии с видом спорта, полом и возрастом при заболеваниях, патологических состояниях и отклонениях со стороны сердечно-сосудистой системы. – М., Рязань: ГУП ПО «Рязанская областная типография», 2022. – 88с]. ISBN 978-5-91255-363-9
35. Risgaard B, Tfelt-Hansen J, Winkel BG. Sports-related sudden cardi-ac death: How to prove an effect of preparticipation screening? *Heart Rhythm*. 2016;13(7):1560–2. DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.03.043
36. Petek BJ, Baggish AL. Current controversies in pre-participa-tion cardiovascular screening for young competitive athletes. *Ex-pert Review of Cardiovascular Therapy*. 2020;18(7):435–42. DOI: 10.1080/14779072.2020.1787154
37. Alpert JS. Does Resting or Exercise Electrocardiography Assist Clini-cians in Preventing Cardiovascular Events in Asymptomatic Adults? *JAMA Cardiology*. 2018;3(8):678–9. DOI: 10.1001/jamacar-dio.2018.1800
38. Steinvil A, Chundadze T, Zeltser D, Rogowski O, Halkin A, Galily Y et al. Mandatory Electrocardiographic Screening of Athletes to Re-duce Their Risk for Sudden Death proven fact or wishful thinking? *Journal of the American College of Cardiology*. 2011;57(11):1291–6. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.10.037
39. Orchard JJ, Orchard JW, La Gerche A, Semsarian C. Cardiac scree-ning of athletes: consensus needed for clinicians on indications for fol-low-up echocardiography testing. *British Journal of Sports Medicine*. 2020;54(15):936–8. DOI: 10.1136/bjsports-2019-101916

40. Makarov L.M., Komolotova V.N. Sudden cardiac death in children, adolescents and young people. - М.: Медпрактика-М; 2021. – 472p. [Russian: Макаров Л.М., Комолятова В.Н. Внезапная сердечная смерть у детей, подростков и молодых лиц. - М.:Медпрактика-М, 2021. – 472с]. ISBN 978-5-98803-446-9
41. Pelliccia A, Quattrini FM, Squeo MR, Caselli S, Culasso F, Link MS et al. Cardiovascular diseases in Paralympic athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 2016;50(17):1075–80. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095867
42. Pelliccia A, Adami PE, Quattrini F, Squeo MR, Caselli S, Verdile L et al. Are Olympic athletes free from cardiovascular diseases? Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(4):238–43. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096961
43. Sarto P, Zorzi A, Merlo L, Vessella T, Pegoraro C, Giorgiano F et al. Serial Versus Single Cardiovascular Screening of Adolescent Athletes. *Circulation*. 2021;143(17):1729–31. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.053168
44. Sarto P, Zorzi A, Merlo L, Vessella T, Pegoraro C, Giorgiano F et al. Value of screening for the risk of sudden cardiac death in young competitive athletes. *European Heart Journal*. 2023;44(12):1084–92. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad017
45. Okorare O, Alugba G, Olusiji S, Evbayekha EO, Antia AU, Daniel E et al. Sudden Cardiac Death: An Update on Commotio Cordis. *Cureus*. 2023;15(4):e38087. DOI: 10.7759/cureus.38087
46. McKinney J, Johri AM, Poirier P, Fournier A, Goodman JM, Moulson N et al. Canadian Cardiovascular Society Cardiovascular Screening of Competitive Athletes: The Utility of the Screening Electrocardiogram to Predict Sudden Cardiac Death. *Canadian Journal of Cardiology*. 2019;35(11):1557–66. DOI: 10.1016/j.cjca.2019.08.023
47. Stormholt ER, Svane J, Lynge TH, Tfelt-Hansen J. Symptoms Preceding Sports-Related Sudden Cardiac Death in Persons Aged 1–49 Years. *Current Cardiology Reports*. 2021;23(2):8. DOI: 10.1007/s11886-020-01438-3
48. Asatryan B, Vital C, Kellerhals C, Medeiros-Domingo A, Gräni C, Trachsel LD et al. Sports-related sudden cardiac deaths in the young population of Switzerland. *PLOS ONE*. 2017;12(3):e0174434. DOI: 10.1371/journal.pone.0174434
49. Bassi MD, Farina JM, Bombau J, Fitz Maurice M, Bortman G, Nuñez E et al. Sudden Cardiac Arrest in Basketball and Soccer Stadiums, the Role of Automated External Defibrillators: A Review. For the BELTRAN Study (Basketball and soccer stadiums: Registry on Automatic external defibrillators). *Arrhythmia & Electrophysiology Review*. 2023;12:e03. DOI: 10.15420/aer.2022.30
50. Blom MT, Beesems SG, Homma PCM, Zijlstra JA, Hulleman M, Van Hoeijen DA et al. Improved Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest and Use of Automated External Defibrillators. *Circulation*. 2014;130(21):1868–75. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010905
51. Pechmajou L, Sharifzadehgan A, Bougouin W, Dumas F, Beganton F, Jost D et al. Does occurrence during sports affect sudden cardiac arrest survival? *Resuscitation*. 2019;141:121–7. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2019.06.277