

**Федеральное медико-биологическое агентство**

**(ФМБА России)**

**ПРОФИЛАКТИКА НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ И  
ИНВАЛИДИЗАЦИИ СПОРТСМЕНОВ, ЧЛЕНОВ СПОРТИВНЫХ  
КОМАНД НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПО  
ИЗМЕНЕНИЯМ В СТРОЕНИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ  
СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ**

Методические рекомендации

МР ФМБА России \_\_\_\_\_ - 2022

Издание официальное

Москва

2022

## Предисловие

### 1. Разработано:

1.1. В Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России):

Директор – канд. мед. наук. Жолинский А.В.

Куратор разработки – начальник организационно-исследовательского отдела, канд. мед. наук. Фещенко В.С.

1.2. В Государственном автономном учреждении здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» филиал №1 (ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ).

Заведующий филиалом №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ – член корр. РАН, д-р. мед. наук, профессор, Бадтиева В.А.

### 2. Исполнители:

заведующий филиалом №1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ, ведущий научный сотрудник отдела научно-исследовательских услуг ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России – член корр. РАН, д-р. мед. наук, профессор, Бадтиева В.А.,

ведущий научный сотрудник отдела научно-исследовательских услуг ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, кардиолог ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ – д-р. мед. наук, профессор, Шарыкин А.С.,

врач по спортивной медицине отдела медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнований ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России – Усманов Д.М.,

врач по спортивной медицине отдела медицинского обеспечения спортивных сборных команд и соревнований ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России – Павлова А.А.,

младший научный сотрудник организационно-исследовательского отдела ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России – Базанович С.А.

3. В настоящих методических рекомендациях реализованы требования Федеральных законов Российской Федерации:

- от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;

- от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»;

- от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"»;

4. Утверждены и введены в действие Федеральным медико-биологическим агентством « » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

5. Введены впервые.

## Содержание

Предисловие.....	2
Введение.....	5
1. Область применения.....	8
2. Нормативные ссылки.....	9
3. Термины и определения, сокращения.....	10
4. Анализ данных отечественной и зарубежной литературы, определение параметров и маркеров, подлежащих анализу для выявления и прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний.....	11
5. Определение наличия риска развития сердечно-сосудистой патологий у спортсменов на основании регрессионного анализа.....	15
Приложение А.....	25
Приложение Б.....	26
Приложение В.....	30
Библиография.....	38
Библиографические данные.....	40

## Введение

Изучение здоровья спортсменов и прогнозирование возникающих у них заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) представляет сложную задачу, т. к. каждый человеческий организм обладает индивидуальным набором врожденных качеств, относящихся к состоянию обмена веществ, генетическому предопределению структур сердца и сосудов, эндокринным особенностям и т. п. У спортсмена к данным факторам добавляются особенности спортивных тренировок, характеристики окружающей среды и другие обстоятельства.

Среди всех заболеваний можно выделить жизнеугрожающие – приводящие к внезапной остановке сердца (ВОС) или внезапной сердечной смерти (ВСС) и те, которые только нарушают трудоспособность пациентов, но в перспективе могут приводить к их инвалидизации. Основной целью спортивной медицины до последнего времени было выявление заболеваний, при которых существует опасность внезапной смерти (табл. 1). Однако по мере увеличения количества медицинских освидетельствований спортсменов стало очевидно, что патологии, несущие риски внезапной смерти, составляют лишь 4,5% от всех выявленных [1], в то время как существует большое количество состояний, обуславливающих общую заболеваемость и преждевременную смертность по сравнению со здоровой популяцией.

Таблица 1 - Частота основных заболеваний сердечно-сосудистой системы у спортсменов, угрожающих и не угрожающих внезапной сердечной смертью (ВСС)

Распределение заболеваний, сочетающихся с ВСС (4,5% от всех выявленных)		Распределение заболеваний, не сочетающихся с ВСС (95,5% от всех выявленных)	
Рубцы ЛЖ + аритмия	29%	Наджелудочковая аритмия	14%
Большие ВПС	27%	Патология клапанов	14%
Кардиомиопатии	21%	Желудочковая преэксцитация	10%

		с низким риском	
Каналопатии	17%	Малые коронарные аномалии	10%
Прочие	6%	Простые ВПС	9%
		Артериальная гипертензия	7%

Отдельное место занимает врожденная и приобретенная патология коронарных артерий, проявляющаяся крайне вариабельно и приобретающая важное значение в возрасте после 35 лет.

Гораздо меньше внимания уделяется врожденной (не жизнеугрожающей) и приобретенной патологии ССС (*de novo*), возникшей в результате перенесенных заболеваний или чрезмерных тренировочных нагрузок. Значение этих патологий определяется их высокой частотой и осложнениями, нередко приводящими к инвалидности (табл. 1).

Для своевременного выявления развивающихся патологий ССС необходим анализ большого количества медицинских данных, полученных на протяжении долговременных наблюдений за спортсменами. Создание электронных баз данных позволяет собирать значительные объемы соответствующей информации. В настоящее время крупные учреждения (ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ) располагают объемами данных, содержащими по несколько десятков тысяч записей. BigData или большие данные — это структурированные или неструктурированные массивы гетерогенных данных, содержащие информацию разных типов [2]. Однако их возможно обработать при помощи специальных автоматизированных инструментов, чтобы использовать для статистики, анализа, прогнозов и принятия решений. Bigdata могут принести пользу, если в них удастся найти определенные закономерности: сходства, различия, общие категории и так далее.

В медицине источником данных могут быть анализы, симптомы болезней, показатели ЭКГ, других инструментальных методов обследования, функциональных тестов. Для машинной обработки содержимое базы должно

быть представлено в виде цифровых показателей или наименований единой формы. Недопустимо, например, записывать пролапс митрального клапана как «ПМК», «Пролапс МК», «Прол. митр. кл.» и еще десятком другими способами. Правильно сформированная и «обученная» с помощью статистических программ база позволяет, помимо привычной информации (средние величины, процентное соотношение, корреляционный анализ) оценивать частоту и интенсивность изменения данных с течением времени, предсказывать будущие ситуации, находить важные факторы, влияющие на какой-либо заданный параметр и т.д. Применительно к спортсменам это можно использовать для анализа патологических изменений сердечно-сосудистой системы, возникших вследствие врожденной предрасположенности или под влиянием интенсивных тренировок. Созданные прогностические модели способны повысить эффективность медицинского сопровождения спорта.

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель руководителя Федерального  
медико-биологического агентства

\_\_\_\_\_ И.В. Борисевич

«   » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОФИЛАКТИКА НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ И  
ИНВАЛИДИЗАЦИИ СПОРТСМЕНОВ, ЧЛЕНОВ СПОРТИВНЫХ  
КОМАНД НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПО  
ИЗМЕНЕНИЯМ В СТРОЕНИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ  
СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ**

Методические рекомендации

МР ФМБА России \_\_\_\_\_ 20\_\_

**1. Область применения**

1. Методические рекомендации предназначены для врачей и иных специалистов спортивных сборных команд РФ, участвующих в мероприятиях медико-биологического обеспечения спортсменов.

2. Настоящий документ может использоваться иным учреждением в своих интересах только при разрешении ФМБА России и по договору с учреждением-разработчиком, в котором предусматривается получение информации о внесении в документ последующих изменений.

## **2. Нормативные ссылки**

Настоящий документ разработан на основании рекомендаций и требований, следующих нормативных правовых актов и нормативных документов.

Закон Российской Федерации от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации».

Закон Российской Федерации от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Закон Российской Федерации от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"».

Приказ Минздрава России от 30 мая 2018 г. № 288н «Об утверждении Порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации».

Рекомендации «Р» ФМБА России от 25 декабря 2017 г. 15.68-2017 "Разработка, изложение, представление на согласование и утверждение нормативных и методических документов ФМБА России".

### 3. Термины и определения, сокращения

ВОС	–	внезапная остановка сердца;
ВПС	–	врожденные пороки сердца;
ВСС	–	внезапная сердечная смерть;
ГКМП	–	гипертрофическая кардиомиопатия
ДКМП	–	дилатационная кардиомиопатия
ИММЛЖ	–	индекс массы миокарда левого желудочка;
КДРЛЖ	–	конечный диастолический размер левого желудочка;
КСОЛЖ	–	конечный систолический объём левого желудочка;
КСРЛЖ	–	конечный систолический размер левого желудочка;
МПК	–	максимальное потребление кислорода;
ПМК	–	пролапс митрального клапана;
Синдром WPW	–	Wolff-Parkinson-White electrocardiographic pattern;
ССС	–	сердечно-сосудистая система;
УМО	–	углубленное медицинское обследование;
ФВ	–	фракция выброса;
ЭКГ	–	электрокардиография;
ЭхоКГ	–	эхокардиография.

#### **4. Анализ данных отечественной и зарубежной литературы, определение параметров и маркеров, подлежащих анализу для выявления и прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний**

Проведенный анализ литературы и собственного опыта по обследованию спортсменов высокого уровня позволил выделить ключевые показатели, характеризующие нормальное состояние и отклонения от нормативных данных по размерам и функции сердца. Основные из них относятся к результатам, полученным с помощью анкет, электрокардиографии (ЭКГ) и эхокардиографического исследования (ЭхоКГ).

##### **Эффективность анкет**

В России предварительный осмотр спортсмена проводит педиатр/терапевт, врач по спортивной медицине и кардиолог. Основной объем клинического исследования включает в себя семейный анамнез, личный анамнез спортсмена и его клинический осмотр.

В некоторых странах нашли широкое применение стратегии предварительного скрининга для снижения риска ВСС, связанной со спортом, с использованием опросников, однако в России они не были разработаны и изучены. Самостоятельные опросы врачей или использование опросников, разработанных в лечебных учреждениях используются достаточно редко.

Многие организации, такие как Европейская Ассоциация сердечно-сосудистой профилактики и реабилитации (ЕАСРР), АНА и МОК предлагают комплексные оценки риска для спортсменов, которые регулярно занимаются упражнениями высокой интенсивности.

Проведенный анализ показал, что среди различных анкет-опросников необходимо выделить относительно краткие и информативные. К таковым относятся: опросник Американской Сердечной Ассоциации (12 пунктов), опросник Farmingdale state college «Cardiac Athletic Questionnaire».

Разработан и внедрен опросник, который уже используется при проведении УМО спортсменов в ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ (Приложение А).

Однако, очевидно, что для использования и интерпретации полученных при опросе больших данных, они должны быть переведены в цифровой вариант.

### **Электрокардиографические изменения**

Ряд заболеваний можно заподозрить при анализе ЭКГ. При этом целесообразно опираться на консенсус, достигнутый на международных встречах в Сиэтле (Вашингтон) в 2015 и 2017 гг., в результате чего были определены патологические, пограничные и безобидные изменения ЭКГ у спортсменов в соответствии с возрастом, полом, этнической принадлежностью и типом спорта [3] (Приложение Б). Таким образом, практические врачи получили руководство для адекватной оценки ЭКГ-изменений спортсмена, которого и следует придерживаться при регистрации текущего медицинского обследования в базе данных.

### **Эхокардиография. Определение параметров и маркеров, подлежащих анализу для выявления и прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний**

ЭхоКГ среди многочисленных методик визуализации сердца (МРТ, КТ, ангиокардиография) является наиболее доступной, неинвазивной и допускающей повторные исследования в течение короткого промежутка времени. Важность этой методики очевидна. 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?

В научной литературе существуют устоявшиеся представления об основных патологиях сердца, диагностируемых у спортсменов с помощью ЭхоКГ. Тем не менее, при анализе различных кардиомиопатий существуют

так называемые «серые зоны», пересекающиеся со «спортивным сердцем». Различия между ними можно увидеть уже при использовании ЭхоКГ, однако МРТ с анализом позднего накопления гадолиния значительно повышает достоверность дифференциальной диагностики (рис. 1).

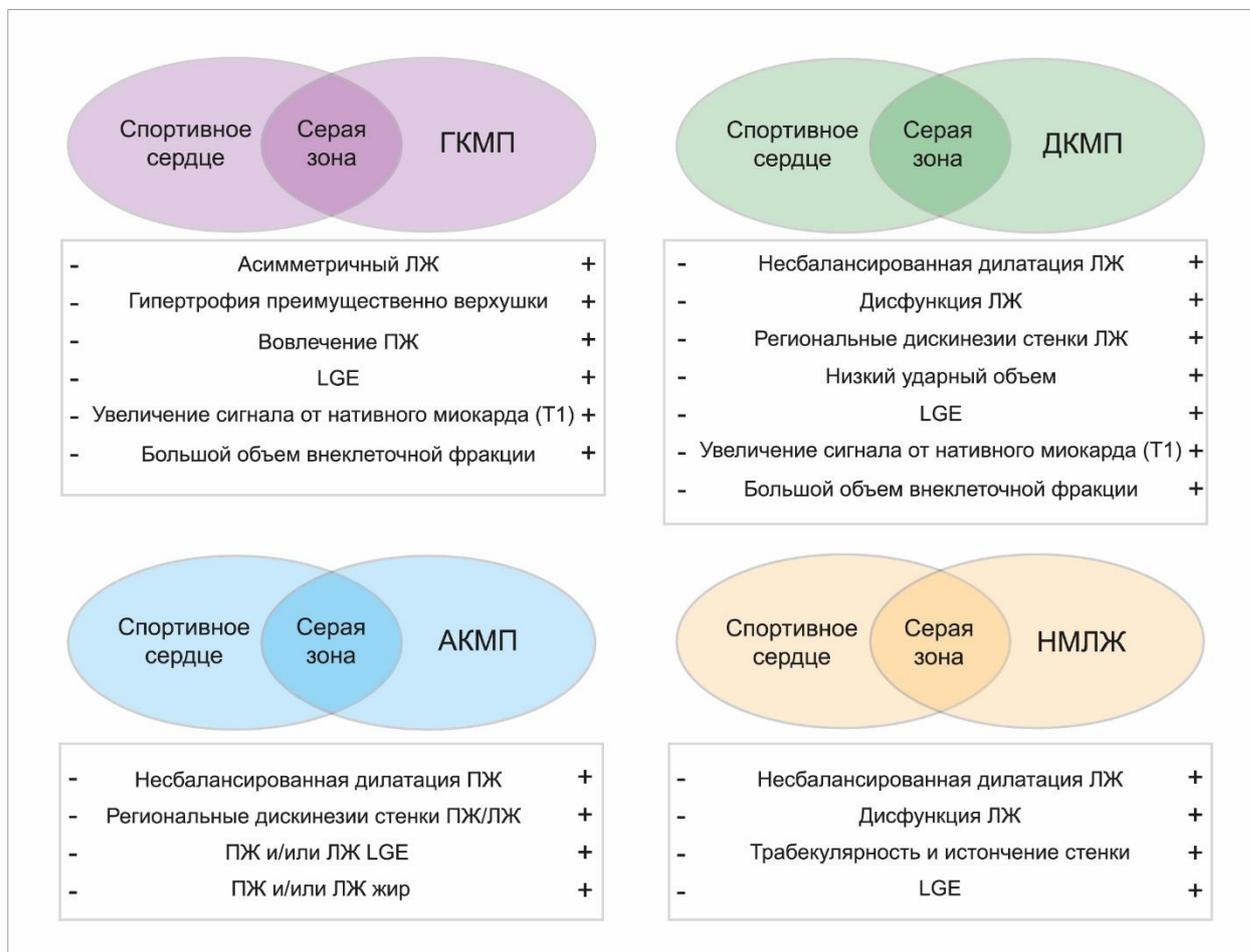


Рисунок 1 - Роль МРТ при оценке «серых зон» между спортивным сердцем и кардиомиопатиями (адаптировано из [4]). ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия, ДКМП – дилатационная кардиомиопатия, АКМП – аритмогенная кардиомиопатия, НМЛЖ – некомпактный миокард левого желудочка. ПЖ – правый желудочек, ЛЖ – левый желудочек, LGE - позднее усиление гадолинием.

В связи с этим создаваемая база данных должна иметь возможность пополнения новыми типами показателей, в частности – МРТ, если они начнут широко использоваться.

Нормативные параметры размеров сердца, толщины его стенок, массы миокарда и ремоделирования левого желудочка, а также ФВ и ударного объема были подробно проанализированы нами применительно к видам

спорта, существующим в РФ и сгруппированным по характеру тренировочных нагрузок:

- 1) требующие преимущественно сложно-координационных навыков (англ. skill);
- 2) требующие силы (англ. power);
- 3) требующие смешанных качеств (англ. mixt);
- 4) требующие выносливости (англ. endurance).

Различия между группами заключаются в величине изометрических и изотонических упражнений, приводящих к необходимой сердечно-сосудистой адаптации. В результате проведенной работы выведены центильные уровни основных показателей сердца, которые могут быть использованы как референсные для каждой из рассматриваемых групп (Приложение В «Центильная оценка размеров сердца у спортсменов»).

Полученные величины сопоставлены с международными данными по обследованию участников Олимпийских игр [5], Всемирных Универсиад [6], а также членов сборных команд г. Москвы. Приведенные данные согласуются с общими тенденциями, отмечаемыми другими авторами среди элитных спортсменов.

Тем не менее, существует множество факторов, влияющих на состояние сердца помимо самих спортивных нагрузок, например, возраст обследованных, демографические параметры, спортивный стаж и т. д., что требует индивидуальной оценки для каждого спортсмена, и должно быть отражено в базе обследований.

Используя дополнительное кардиопульмональное тестирование спортсменов нам удалось выявить корреляции средней силы между КДР ЛЖ, КДО ЛЖ и массой миокарда с одной стороны и абсолютной или относительной величиной потребления кислорода – с другой ( $r = 0,42-0,45$ ,  $p < 0,05$ ). При этом отмечен отчетливый рост абсолютных и индексированных аэробных возможностей обследованных лиц от первой к четвертой группе.

Доказано, что более высокие аэробные и мощностные показатели тестов обеспечиваются большими «удельными» емкостями и выбросом ЛЖ.

Таким образом, проведенная работа позволила верифицировать физиологические референсные значения для структур сердца, обеспечивающих высокие спортивные результаты. В связи с тем, что эти показатели обычно представляются в виде числовых величин, они легко поддаются машинной обработке, могут быть скомпонованы в форме базы больших данных, пригодны для анализа тенденций и могут быть рекомендованы для занесения в соответствующие медицинские регистры.

## **5. Определение наличия риска развития сердечно-сосудистой патологии у спортсменов на основании регрессионного анализа**

Одним из эффективных способов прогнозирования событий является регрессионный анализ. Для определения уровней показателей, которые можно считать критически измененными, использованы материалы различных клинических рекомендаций и руководств по лечению сердечно-сосудистых заболеваний, [7, 8, 9, 10, 11, 12]. На этом основании проведен регрессионный анализ для определения наличия у спортсменов риска развития определенных сердечно-сосудистых патологий.

### **Материалы и методы**

Для определения наличия у спортсменов риска развития сердечно-сосудистой патологии первоначально применен метод бинарной логистической регрессии. Этот метод рассчитывает вероятность наступления события в зависимости от значений независимых переменных по формуле (1):

$$F(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (1)$$

где:

$$Z = b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_n * x_n + C;$$

$b_1, b_2, b_n$  – коэффициенты, расчет которых является задачей бинарной логистической регрессии;

$x_1, x_2, x_3$ — значения независимых переменных;

$C$ —константа.

### **Отбор параметров для регрессионного анализа**

В качестве примера проведения возможного регрессионного анализа использованы данные УМО спортсменов сборных команд РФ, которые были получены из базы данных ФГИС МИАС и были представлены в цифровом виде: 15 069 записей, 8 473 спортсменов от 14 до 40 лет, все виды спорта.

Параметры, которые взяты в качестве вероятных предикторов развития сердечно-сосудистой патологии: пол, возраст, индекс массы тела, процент жировой массы тела, индекс талия бедро, объем бедер, объем талии, ЧСС в покое, САД в покое, ДАД в покое, Rate-Pressure Product (RPP), индекс массы миокарда левого желудочка на площадь поверхности тела (ИММЛЖ на ППТ), индекс массы миокарда левого желудочка на рост (ИММЛЖ на рост), индекс конечного диастолического размера (Инд КДР), Индекс конечного диастолического объема (Инд КДО), МПК (мл/мин), МПК (мл/мин/кг), общий холестерин, ЛПВП, триглицериды, ЛПНП, глюкоза, мочевиная кислота, коэффициент атерогенности, тироксин свободный, гемоглобин, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), КФК, КФК-МБ, ТТГ, соматотропный гормон, тестостерон, КСОЛЖ, КСРЛЖ, КДРЛЖ, ФВ (по Тейхольцу), КДО, ТЗСЛЖ, ударный объем, ТМЖП.

Отбор параметров для проведения регрессионного анализа осуществлялся на всём пуле данных с использованием корреляционной матрицы, а затем – по отношению шансов каждого предиктора и уровню значимости по критерию Вальда в обучающей выборке ( $p < 0,05$ ).

В результате отбора в регрессионную модель вошли следующие параметры: пол, ИМТ, САД, ДАД, ИММЛЖ (на рост), ЛПВП, ЛПНП, триглицериды, глюкоза.

Поскольку процедура выполнения логистической регрессии опирается на уже известные наблюдаемые исходы (наличие или отсутствие патологии; наличие или отсутствие риска), в качестве формирования наблюдаемых

исходов (предрасположенности к развитию сердечно-сосудистой патологии) была выбрана классификация сердечно сосудистого риска на основании клинических рекомендаций по артериальной гипертензии [7]. Данная классификация содержит 4 градации развития риска сердечно-сосудистой патологии (низкий уровень, умеренный, высокий, очень высокий). Исходя из малого числа записей с наблюдаемыми исходами по градации очень высокого риска, было принято решение объединить данные 2-х градаций: высокого и очень высокого рисков и провести мультиномиальную логистическую регрессию по 3-м градациям рисков.

### **Мультиномиальная логистическая регрессия**

Это метод классификации формирует логистическую регрессию по многоклассовым задачам, то есть с более чем двумя возможными дискретными исходами.

Предварительно общая база спортсменов была разбита на 2 выборки: первая – обучающая выборка, составляла 2/3 от общего числа записей спортсменов; вторая – тестовая выборка, включала оставшуюся после отбора обучающей выборки 1/3 записей.

Регрессионный анализ осуществлялся с использованием пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics 25.0.

Исходя из полученных значений классификации спортсменов по уровню рисков, выяснилось, что регрессионная модель случайным образом производит отнесение спортсменов к классу с умеренным и высоким рисками (менее 50%) (табл. 2). Следовательно, данная модель, вычисленная на обучающей выборке, не может быть применима для расчета любой другой выборки, включая тестовую.

Таблица 2 - Классификация рисков по мультиномиальной логистической регрессии по обучающей выборке

Наблюдаемые исходы	Предсказанные исходы			
	Нет риска	Умеренный риск	Высокий риск	Процент правильных

Нет риска	7372	301	35	95,6%
Умеренный риск	947	723	79	41,3%
Высокий риск	104	134	204	46,2%
Общая процентная доля	85,1%	11,7%	3,2%	83,8%

Исходя из этого было принято решение выполнить биномиальную логистическую регрессию с учетом только двух наблюдаемых исходов: отсутствие риска развития патологии сердечно-сосудистой системы (низкий уровень риска) и наличие риска развития патологии сердечно-сосудистой системы (умеренный риск, высокий риск, очень высокий риск).

### **Биномиальная логистическая регрессия**

Для определения наличия у спортсменов риска развития сердечно-сосудистой патологии применили метод бинарной логистической регрессии с расчетом по формуле (1).

Предварительно общая база спортсменов была также разбита на 2 выборки: первая – обучающая выборка, составляла 2/3 от общего числа записей спортсменов; вторая – тестовая выборка, составляла, оставшуюся после отбора обучающей выборки, 1/3 записей. Данное деление на 2 группы сделано для того, чтобы проверить качество модели, которое получится на обучающей выборке.

Регрессионный анализ осуществлялся с использованием пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics 25.0, а также статистического программного пакета MedCalc 20. Для оценки качества полученных прогностических моделей применяли ROC-анализ.

Этапы анализа представлены в таблицах 3 – 8.

## Расчет регрессионных коэффициентов. Построение прогностической модели

Таблица 3 – Переменные в уравнении ( $p < 0,05$ )

Переменные уравнения	Значение коэффициентов	Среднеквадратичная ошибка	Вальд	Уровень значимости	Отношение шансов	95% доверительный интервал для отношения шансов	
						Нижняя граница	Верхняя граница
Пол	0,715	0,088	66,750	0,000	2,045	1,722	2,427
ИМТ	0,144	0,011	161,839	0,000	1,155	1,130	1,181
САД	0,027	0,002	123,979	0,000	1,028	1,023	1,033
ДАД	0,013	0,004	10,628	0,001	1,013	1,005	1,021
ИММЛЖ (на рост)	0,153	0,006	773,286	0,000	1,165	1,153	1,178
ЛПВП	-0,257	0,094	7,520	0,006	0,774	0,644	0,929
ЛПНП	0,657	0,047	196,652	0,000	1,930	1,760	2,115
Триглицериды	0,662	0,088	56,292	0,000	1,939	1,631	2,306
Глюкоза	1,214	0,075	259,053	0,000	3,366	2,904	3,903
Константа	-23,885	0,671	1267,15	0,000	0,000	–	–

## Итоговое регрессионное уравнение и его оценка

Регрессионное уравнение (для лиц 14-40 лет) представлено в следующей форме (2):

$$F(z) = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad \text{где:} \quad (2)$$

Z =

$$0,715 * \text{Пол} + 0,144 * \text{ИМТ} + 0,027 * \text{САД} + 0,013 * \text{ДАД} + 0,153 * \text{ИММЛЖ (на рост)} - 0,257 * \text{ЛПВН} + 0,657 * \text{ЛПНП} + 0,662 * \text{Триглицериды} + 1,214 * \text{Глюкоза} - 23,885$$

### Оценка качества полученной модели

Таблица 4 - Оценка качества модели

Параметр	Проверка согласия Хосмера-Лемешева	R-квадрат Нэйджелкерка
Значение	0,068	0,516

Тест Хосмера-Лемешева показывает, что наблюдаемая частота событий соответствует ожидаемой частоте событий в подгруппах модельной популяции (значение > 0,05).

R-квадрат Нэйджелкерка равен 51,6 % – модель удовлетворительна.

### ROC-анализ

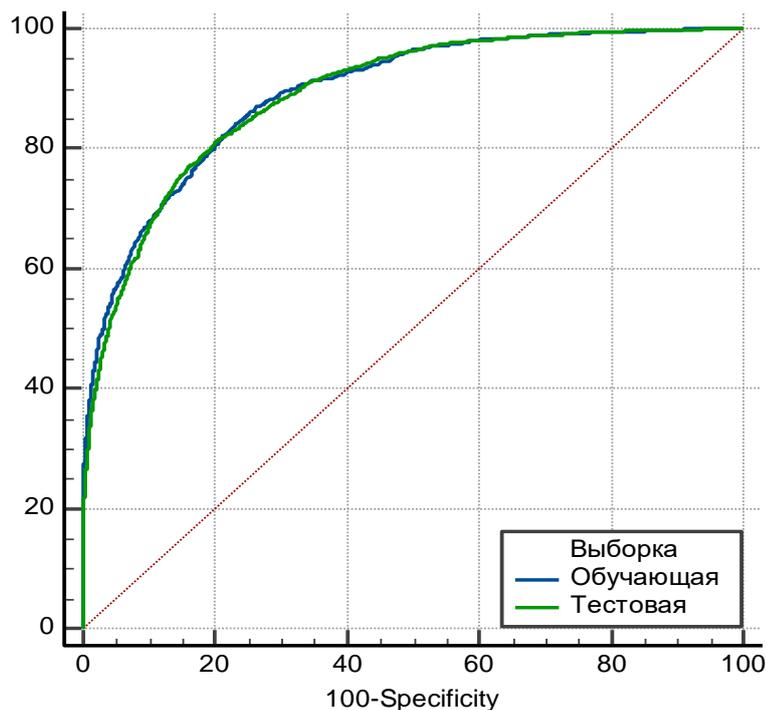


Рисунок 2 - ROC-кривые для тестовой и обучающей выборок

Таблица 5 - Параметры ROC-анализа, обучающая выборка

Переменные результата проверки: предсказанная вероятность				
Область	Стандартная ошибка	Асимптотическая значимость	Асимптотический 95% доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница
0,891	0,004	0,000	0,884	0,899

Таблица 6 - Параметры ROC-анализа, тестовая выборка

Переменные результата проверки: предсказанная вероятность				
Область	Стандартная ошибка	Асимптотическая значимость	Асимптотический 95% доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница
0,894	0,005	0,000	0,884	0,904

Таблица 7 - Таблица сопряженности обучающей выборки

Наблюдаемые исходы	Предсказанные исходы		Процент верно предсказанных исходов
	Нет риска	Есть риск	
Нет риска	6479	1229	84,1%
Есть риск	504	1687	77,0%
Общий процент верно предсказанных исходов			82,5%

Таблица 8 - Характеристики модели, исходя из таблицы сопряженности

Статистические показатели	Значение	95% доверительный интервал
Чувствительность	77,00%	75,18% – 78,74%
Специфичность	84,06%	83,22% – 84,87%
Положительная прогностическая ценность	57,85%	56,48% – 59,22%
Отрицательная прогностическая ценность	92,78%	92,25% – 93,28%
Точность	82,49%	81,73% – 83,24%

Тест Делонга для сравнения двух кривых равен 0,6601 – между ROC-кривыми нет статистически значимых различий, следовательно, модель построенная, на обучающей выборки применима к другим выборкам ( $p > 0,05$ ).

#### Точка отсечения

При  $F(z) \geq 0,264179$  – вероятно наличие сердечно-сосудистой патологии (чувствительность – 84,1 %. специфичность – 77,0 %).

Данная модель определения наличия риска развития у спортсменов в возрасте от 14 до 40 лет сердечно-сосудистой патологии является приемлемой.

На основании проведенного регрессионного анализа было получено регрессионное уравнение, объединяющее в себе факторы, которые являются предикторами наличия риска развития сердечно-сосудистой патологии у

спортсменов сборных команд в возрасте от 14 до 40 лет. К факторам, которые вносят основной вклад в определение риска, относятся: пол, уровень глюкозы в крови, уровни триглицеридов и ЛПНП (исходя из величин отношения шансов). Остальные факторы вносят менее значительный дополнительный вклад в определение риска. Единственным фактором, предупреждающим риск развития сердечно-сосудистой патологии, является показатель ЛПВП.

Модель с высокой степенью точности верно определяет отсутствие риска развития сердечно-сосудистой патологии (92,78%). С меньшей степенью точности определяется его наличие (57,85%). Несмотря на это, суммарный процентный показатель (82,49%) позволяет говорить о хорошей точности модели.

Качество модели необходимо подтверждать на основе новых полученных данных или сторонних данных, а также дополнить некоторыми вероятными предикторами (показатели ЭКГ, семейный и текущий анамнез спортсмена).

При условии выполнения всего вышеупомянутого модель может быть интегрирована в автоматизированное рабочее место (АРМ) врача по спортивной медицине для определения наличия риска развития сердечно-сосудистой патологии (в рамках системы поддержки принятия врачебных решений).

## **Заключение**

Обследование элитных спортсменов включает множество показателей, относящихся к строению и функции сердца, гомеостазу и функциональным возможностям организма. Для выявления информационного значения данных показателей необходимо вычисление референсных значений, поиск взаимосвязей между ними, возможности их использования в прогностических целях. Построение различных регрессионных моделей на соответствующие темы возможно только при заполнении базы по единообразным правилам. Набор показателей должен соответствовать тем задачам, которые возникают перед специалистами – оценка функционального состояния спортсменов в динамике, выявление патологии ССС, препятствующей достижению высоких результатов, прогнозирование ее развития в связи с неадекватными для данного спортсмена тренировками.

**Приложение А**  
**ОПРОСНИК**  
**(КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ)**

Дата \_\_\_\_\_

Возраст \_\_\_\_\_ лет

**Жалобы:** **НЕТ / ДА** \_\_\_\_\_

Спортом занимается с \_\_\_\_\_ лет.

Переносимость физических нагрузок \_\_\_\_\_

Вредные привычки \_\_\_\_\_

**Семейный анамнез:**

- преждевременная смерть близкого родственника вследствие сердечно-сосудистого заболевания (до 50 лет) (включая утопление, необъяснимую катастрофу или синдром внезапной детской смерти) **НЕТ / НЕ ЗНАЮ / ДА** \_\_\_\_\_

- наличие заболевания сердечно-сосудистой системы у близких родственников молодого возраста (до 50 лет), таких как: ГКМП, ДКМП, аритмогенная дисплазия/кардиомиопатии правого желудочка, синдром Марфана, синдром удлиненного QT, синдром короткого QT, синдром Бругада, катехоламинергическая желудочковая тахикардия, болезнь Лева-Ленегра, жизнеугрожающие нарушения ритма сердца (полиморфную ЖТ) **НЕТ / НЕ ЗНАЮ / ДА** \_\_\_\_\_

Кто-то из ваших родственников имеет проблемы с сердцем, кардиостимулятор или имплантированный дефибриллятор?: **НЕТ / НЕ ЗНАЮ / ДА** \_\_\_\_\_

**Анамнез спортсмена:** врожденные или приобретенные заболевания серд.-сосуд. системы у спортсмена **НЕТ / НЕ ЗНАЮ / ДА** \_\_\_\_\_

- синкопальные состояния **НЕТ/ДА** \_\_\_\_\_

- артериальная гипертензия **НЕТ/ДА** \_\_\_\_\_

- выраженная/необъяснимая одышка при физической нагрузке **НЕТ/ДА** \_\_\_\_\_

- боль/дискомфорт в грудной клетке при физической нагрузке **НЕТ/ ДА** \_\_\_\_\_

- перебои в работе сердца/неприятные сердцебиения **НЕТ/ ДА** \_\_\_\_\_

Говорил ли вам врач о проблемах с сердцем? Если да, отметьте, что именно:

Шум в сердце . Высокое артериальное давление . Инфекционное заболевание сердца . Другие проблемы .

Ограничивал ли Вас врач когда-нибудь в занятиях спортом?:

**НЕТ/ДА** \_\_\_\_\_ По какой причине?:

Подпись врача \_\_\_\_\_

## Приложение Б

### Критерии оценки изменений ЭКГ спортсменов

Отклонения ЭКГ подразделяются на изменения, считающиеся нормой для спортсменов, пограничные и патологические [3]. Выявление соответствующих паттернов требует различной врачебной тактики.

#### Определения, используемые при описании ЭКГ.

**Изменения ЭКГ, считающиеся нормой у спортсменов** – изменения, являющиеся следствием физиологической адаптации к регулярным физическим нагрузкам. Они не требуют дальнейшей оценки у бессимптомных спортсменов с благоприятным семейным анамнезом. Спортсмены без сопутствующей структурной патологии сердца могут быть допущены к занятиям всеми видами спорта, что отражено в таблице Б.1.

Таблица Б.1 - Изменения ЭКГ, считающиеся нормой у спортсменов

Термины	Описание
Увеличение вольтажа комплекса QRS	Изолированные вольтажные критерии для гипертрофии левого [(SV1 + RV5 или RV6) > 3,5 мВ] или правого [(RV1 + SV5 или SV6) > 1,1 мВ] желудочков
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	rSR' — паттерн в отведении V1 и qRS — паттерн в отведении V6 с продолжительностью комплекса QRS < 120 мс
Синдром ранней реполяризации желудочков	Элевация точки J, сегмента ST, J-волны либо нечеткость конечной части комплекса QRS в нижних и/или латеральных отведениях
Варианты реполяризации у темнокожих спортсменов	Элевация точки J и сегмента ST куполообразной формы с последующей инверсией зубца T в отведениях V1–V4 у темнокожих спортсменов
Ювенильная ЭКГ (ювенильный паттерн зубца T)	Инверсия зубца T в V1–V3 у спортсменов в возрасте ≤ 16 лет
Синусовая брадикардия	ЧСС ≥ 30 уд/мин. без симптомных пауз. При физической нагрузке брадикардия должна смениться нормальным синусовым ритмом
Синусовая аритмия	Связанные с дыханием изменения сердечного ритма: увеличение частоты во время вдоха и снижение на выдохе

Эктопический предсердный ритм/ миграция водителя ритма	Изменения морфологии зубцов Р по сравнению с синусовой волной Р, в частности отрицательные зубцы Р в нижних отведениях («нижнепредсердный ритм»)
Узловой выскальзывающий ритм	Частота комплексов QRS выше, чем должна быть при имеющемся синусовом ритме или зубцах Р; обычно < 100 уд/мин с узкими комплексами QRS, если только отсутствует их аберрантное проведение
Атриовентрикулярная блокада I степени	Интервал PR 200–400 мс
Атриовентрикулярная блокада II степени (тип Mobitz 1)	Постепенное нарастание продолжительности интервала PR до блокирования проведения волны Р и выпадения комплекса QRS; первый интервал PR после выпадения короче, чем последний проведенный интервал PR

**1. Пограничные изменения ЭКГ спортсменов** – изменения, которые в изолированном виде не представляют собой какое-либо сердечно-сосудистое заболевание, однако наличие двух и более «пограничных» изменений может потребовать дополнительных исследований для принятия решения об их клинической значимости (таблица Б.2).

Таблица Б.2 - Пограничные изменения ЭКГ спортсменов

Термины	Описание
Отклонение электрической оси влево	От $-30^{\circ}$ до $-90^{\circ}$
Расширение левого предсердия	Увеличение продолжительности зубца Р $>120$ мс в отведениях I или II с отрицательной фазой $\geq 1$ мм и ее продолжительностью $\geq 40$ мс в отведении V1
Отклонение электрической оси вправо	$> 120^{\circ}$
Расширение правого предсердия	Амплитуда зубца Р $\geq 2,5$ мм в отведениях II, III или aVF
Полная блокада правой ножки пучка Гиса	rSR' — паттерн в отведении V1 и зубец S, ширина которого превышает ширину зубца R в отведении V6 с QRS продолжительностью $\geq 120$ мс

**2. Патологические изменения ЭКГ спортсменов** – изменения, не являющиеся следствием регулярных тренировок и физиологической адаптации к

физическим нагрузкам, которые могут свидетельствовать о наличии сердечно-сосудистых заболеваний и требуют дальнейшего диагностического исследования (таблица Б.3).

Таблица Б.3 - Патологические изменения ЭКГ спортсменов

<b>Термины</b>	<b>Описание</b>
Инверсия зубца Т	$\geq 1$ мм в двух и более смежных отведениях, за исключением III, aVR и V1
В том числе: – передняя	Инверсия зубца Т в V2–V4: - за исключением спортсменов младше 16-ти лет с инверсией зубца Т в V1–V3; и изолированного двухфазного зубца Т в отведении V3; - исключаются также темнокожие спортсмены с элевацией точки J и сегмента ST выпуклой формы с последующей инверсией зубца Т в V2–V4
– латеральная	Инверсия зубца Т в I и AVL; V5 и/или V6 (достаточно наличия инверсии зубца Т в одном из этих отведений)
– ниже-латеральная	Инверсия зубца Т в II и aVF; V5–V6; I и AVL
– нижняя	Инверсия зубца Т в II и aVF
Депрессия сегмента ST	$\geq 0,5$ мм в двух и более смежных отведениях
Патологический зубец Q	Отношение Q / R $\geq 0,25$ либо продолжительность Q $\geq 40$ мс в двух и более отведениях (за исключением III и aVR)
Полная блокада левой ножки пучка Гиса	Продолжительность QRS $\geq 120$ мс с доминированием отрицательной фазы комплекса QRS в отведении V1 (QS или rS) и невыраженный, либо с наличием вертикальной зазубренности зубец R в отведениях I и V6
Выраженное неспецифическое замедление внутрижелудочковой проводимости	Продолжительность комплекса QRS $\geq 140$ мс в любом отведении
Эпсилон-волна	Различимый низкоамплитудный сигнал (низкоамплитудный позитивный сигнал или зазубренность), располагающийся между окончанием комплекса QRS и началом зубца Т в отведениях V1–V3
Предвозбуждение желудочков	Интервал PR $< 120$ мс с наличием дельта-волны («размытость» подъема комплекса QRS) и широкий QRS ( $\geq 120$ мс)
Удлиненный интервал QT (см. Приложение В)	QTc $\geq 470$ мс (мужчины) QTc $\geq 480$ мс (женщины) QTc $\geq 500$ мс (выраженное удлинение QT)

Термины	Описание
Укороченный интервал QT	≤340 мс в отсутствие употребления стероидов и других медикаментов
Паттерн синдрома Brugada 1 типа	«Выпуклый» паттерн: начальная элевация ST с подъемом ≥2 мм, последующим наклоном вниз и переходом в отрицательный симметричный зубец T более, чем в одном отведении в районе V1–V3. Несмотря на то, что описаны три типа синдрома Brugada, в настоящее время требует диагностики только тип 1.
Выраженная синусовая брадикардия	< 30 ударов в минуту. При физической нагрузке брадикардия не сменяется нормальным синусовым ритмом; имеется недостаточный прирост ЧСС.
Выраженная атриовентрикулярная блокада I степени	PQ ≥ 400 мс
Атриовентрикулярная блокада II степени (тип Mobitz 2)	Периодическое (интермиттирующее) отсутствие проведения волны P (выпадение комплекса QRS) при фиксированном интервале PR
Атриовентрикулярная блокада III степени	Полная АВ-блокада
Предсердные тахиаритмии	Наджелудочковая тахикардия, фибрилляция предсердий, трепетание предсердий
Преждевременные желудочковые сокращения (желудочковая экстрасистолия)	Более 2-х желудочковых преждевременных комплексов (желудочковых экстрасистол) при записи в течение 10 с.
Желудочковые аритмии	Куплеты, триплеты и неустойчивая желудочковая тахикардия

## Приложение В

### Центили и сравнительный анализ размеров сердца по показателям эхокардиографии у спортсменов-мужчин в разных группах видов спорта

Для анализа данных использованы показатели эхокардиографии спортсменов-мужчин сборных команд РФ из базы данных ФГИС МИАС. Спортсмены были разбиты на 4 группы: группа 1 – сложнокоординационные виды спорта (1 693 записи); группа 2 – силовые виды спорта (2 735 записи); группа 3 – смешанная группа видов спорта (3 270 записей); группа 4 – виды спорта, требующие выносливости (1 243 записи).

Статистический анализ данных осуществлялся с использованием пакета прикладных программ IBMSPSSStatistics 25.0. Описательная статистика включала в себя использование основных показателей для характеристики имеющихся выборок (среднее, 2,5 центиль, 5 центиль, 25 центиль, 50 центиль (медиана), 75 центиль, 95 центиль, 97,5 центиль, стандартное отклонение).

Для уточнения применимости параметрического инструментария проведена оценка соответствия распределения переменных нормальному закону распределения при помощи критерия Шапиро-Уилка и критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой Лилиефорса. По результатам данной оценки выявлено, что для всех показателей параметрические критерии сравнения не применимы. Поэтому, для проведения сравнительного межгруппового анализа применили непараметрически U-критерий Манна-Уитни.

Уровень значимости, при котором отвергалась нулевая гипотеза об отсутствии различий между изучаемыми группами, выбран равным 0,05 (таб. В.1 – В.4).

Таблица В.1 - Показатели описательной статистики по параметрам эхокардиографии в группе сложнокоординационных видов спорта

Показатель		КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
N	Валидные	1681	1681	1681	1681	1680	1680	1680	1680	1680
	Пропущенные	12	12	12	12	13	13	13	13	13
<b>Среднее</b>		<b>50,30</b>	<b>26,83</b>	<b>120,55</b>	<b>64,01</b>	<b>9,05</b>	<b>4,82</b>	<b>9,04</b>	<b>4,82</b>	<b>162,50</b>
Стандартное отклонение		3,08	2,12	17,08	7,54	0,99	0,54	0,97	0,51	31,55
Процентили	2,5	45,00	23,11	92,45	49,97	7,00	4,02	7,00	4,00	104,50
	5	46,00	23,56	97,34	52,97	8,00	4,15	8,00	4,12	117,91
	25	48,00	25,50	107,52	58,83	9,00	4,48	8,65	4,48	142,71
	50	50,00	26,74	118,24	63,49	9,00	4,74	9,00	4,76	158,82
	75	52,00	28,07	129,51	68,76	9,00	5,08	9,00	5,09	180,13
	95	56,00	30,22	153,66	77,68	11,00	5,79	11,00	5,75	219,08
	97,5	57,00	31,37	160,04	80,01	12,00	6,15	11,00	5,99	234,32

Продолжение таблицы В.1

Показатель		ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
N	Валидные	1680	1680	1117	1107	1653	1509	1681	1681	1681
	Пропущенные	13	13	576	586	40	184	12	12	12
<b>Среднее</b>		<b>85,99</b>	<b>0,36</b>	<b>30,28</b>	<b>16,03</b>	<b>30,27</b>	<b>15,63</b>	<b>79,00</b>	<b>41,97</b>	<b>65,61</b>
Стандартное отклонение		13,72	0,04	4,45	1,93	11,30	1,32	11,30	5,20	3,39
Процентили	2,5	63,62	0,30	24,00	14,06	25,00	13,72	60,24	32,88	60,72
	5	66,68	0,31	25,00	14,44	25,00	14,15	62,90	34,31	60,88
	25	77,37	0,34	28,00	15,17	28,00	15,04	70,15	38,34	62,95
	50	84,57	0,35	30,00	15,71	30,00	15,42	77,28	41,58	65,36
	75	93,61	0,38	32,00	16,37	32,00	15,84	85,89	45,19	67,45
	95	109,39	0,43	38,00	19,93	35,00	17,83	99,23	51,08	71,98
	97,5	117,44	0,46	42,00	21,73	36,00	19,52	103,29	53,25	73,59

Таблица В.2 - Показатели описательной статистики по параметрам эхокардиографии в группе силовых видов спорта

Показатель		КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
N	Валидные	2708	2708	2708	2708	2706	2706	2705	2705	2705
	Пропущенные	27	27	27	27	29	29	30	30	30
<b>Среднее</b>		<b>50,35</b>	<b>27,93</b>	<b>121,12</b>	<b>66,56</b>	<b>9,24</b>	<b>5,12</b>	<b>9,20</b>	<b>5,09</b>	<b>168,09</b>
Стандартное отклонение		3,79	2,82	21,06	8,46	1,12	0,63	1,11	0,60	39,60
Процентили	2,5	43,00	23,21	83,07	52,71	7,00	4,07	7,00	4,07	95,66
	5	44,00	23,82	87,69	54,46	8,00	4,23	7,50	4,23	105,80
	25	48,00	25,93	107,52	60,83	9,00	4,69	9,00	4,68	142,71
	50	50,00	27,75	118,24	65,96	9,00	5,06	9,00	5,04	168,99
	75	53,00	29,65	135,34	71,21	10,00	5,47	10,00	5,44	193,25
	95	56,00	32,73	153,66	81,24	11,00	6,20	11,00	6,14	234,82
	97,5	58,00	33,81	166,56	84,65	12,00	6,51	12,00	6,36	256,57

Продолжение таблицы В.2

Показатель		ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
N	Валидные	2705	2706	1604	1602	2685	2327	2706	2706	2708
	Пропущенные	30	29	1131	1133	50	408	29	29	27
<b>Среднее</b>		<b>91,67</b>	<b>0,37</b>	<b>29,93</b>	<b>16,53</b>	<b>30,11</b>	<b>16,12</b>	<b>79,97</b>	<b>43,98</b>	<b>66,05</b>
Стандартное отклонение		15,29	0,04	5,73	2,38	5,15	1,75	14,04	5,93	3,87
Процентили	2,5	65,42	0,30	21,00	13,90	24,00	13,93	55,02	33,75	60,72
	5	68,93	0,31	23,00	14,58	25,00	14,41	58,46	35,36	60,88
	25	81,65	0,34	26,00	15,43	28,00	15,23	69,60	40,09	63,37
	50	90,42	0,36	29,00	16,00	30,00	15,66	78,64	43,49	65,93
	75	100,08	0,38	33,00	16,89	32,00	16,55	88,55	47,26	68,04
	95	118,19	0,44	40,00	20,92	35,00	19,17	103,39	54,34	72,52
	97,5	126,56	0,47	44,00	23,20	37,00	21,03	109,50	56,99	73,81

Таблица В.3 - Показатели описательной статистики по параметрам эхокардиографии в группе смешанных видов спорта

Показатель		КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
N	Валидные	3257	3257	3256	3256	3258	3258	3258	3258	3256
	Пропущенные	13	13	14	14	12	12	12	12	14
<b>Среднее</b>		<b>52,17</b>	<b>26,54</b>	<b>131,28</b>	<b>66,48</b>	<b>9,74</b>	<b>4,95</b>	<b>9,69</b>	<b>4,93</b>	<b>190,02</b>
Стандартное отклонение		3,38	1,96	19,64	8,03	1,16	0,59	1,14	0,58	39,17
Процентили	2,5	46,00	23,00	97,34	52,22	8,00	3,98	8,00	3,94	122,26
	5	47,00	23,56	102,36	54,16	8,00	4,15	8,00	4,11	132,32
	25	50,00	25,26	118,24	60,95	9,00	4,55	9,00	4,52	164,32
	50	52,00	26,47	129,51	66,11	10,00	4,89	9,80	4,89	185,84
	75	54,00	27,72	141,31	71,56	10,00	5,26	10,00	5,26	213,18
	95	58,00	29,74	166,56	80,08	12,00	6,03	12,00	5,94	262,01
	97,5	59,00	30,53	173,21	83,46	12,00	6,29	12,00	6,17	280,43

Продолжение таблицы В.3

Показатель		ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
N	Валидные	3256	3257	1982	1965	3235	2882	3255	3255	3256
	Пропущенные	14	13	1288	1305	35	388	15	15	14
<b>Среднее</b>		<b>95,95</b>	<b>0,37</b>	<b>32,85</b>	<b>16,60</b>	<b>31,32</b>	<b>15,76</b>	<b>86,67</b>	<b>43,90</b>	<b>66,03</b>
Стандартное отклонение		16,40	0,04	5,90	2,56	7,70	1,38	13,53	5,75	3,86
Процентили	2,5	68,75	0,31	25,00	14,12	25,00	13,82	64,44	33,76	60,57
	5	72,81	0,32	26,00	14,54	26,00	14,21	66,56	35,04	60,72
	25	84,74	0,35	29,00	15,32	29,00	15,09	77,28	39,86	63,37
	50	94,03	0,37	32,00	15,89	31,00	15,50	85,38	43,53	65,93
	75	104,51	0,39	35,00	16,83	33,00	15,98	94,51	47,72	67,93
	95	125,92	0,45	45,00	22,56	37,00	18,28	109,62	53,37	72,76
	97,5	134,05	0,48	50,00	24,35	39,00	19,79	115,84	55,52	74,28

Таблица В.4 - Показатели описательной статистики по параметрам эхокардиографии в группе видов спорта, требующих выносливости

Показатель		КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
N	Валидные	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235
	Пропущенные	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Среднее</b>		<b>53,68</b>	<b>27,35</b>	<b>140,15</b>	<b>71,18</b>	<b>10,26</b>	<b>5,23</b>	<b>10,15</b>	<b>5,17</b>	<b>212,61</b>
Стандартное отклонение		3,35	4,36	20,17	13,59	1,18	1,02	1,21	0,96	42,90
Процентили	2,5	47,00	23,73	102,36	55,50	8,00	4,21	8,00	4,11	140,47
	5	48,00	24,24	107,52	57,11	9,00	4,33	9,00	4,26	147,78
	25	52,00	25,84	129,51	64,48	9,00	4,71	9,00	4,65	181,40
	50	54,00	27,10	141,31	70,49	10,00	5,13	10,00	5,08	206,74
	75	56,00	28,57	153,66	76,03	11,00	5,65	11,00	5,58	241,96
	95	60,00	30,60	180,00	86,95	12,00	6,35	12,00	6,32	288,68
	97,5	60,10	31,46	180,69	90,45	12,00	6,55	12,05	6,56	305,26

Продолжение таблицы В.4

Показатель		ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
N	Валидные	1235	1235	725	722	1234	1066	1234	1234	1235
	Пропущенные	8	8	518	521	9	177	9	9	8
<b>Среднее</b>		<b>107,84</b>	<b>0,38</b>	<b>34,04</b>	<b>17,18</b>	<b>35,18</b>	<b>15,86</b>	<b>92,31</b>	<b>46,89</b>	<b>65,83</b>
Стандартное отклонение		25,36	0,04	7,06	3,10	91,71	1,21	13,95	9,44	4,09
Процентили	2,5	75,95	0,32	26,00	14,49	26,00	14,07	66,56	35,63	60,57
	5	79,50	0,32	27,00	14,68	27,00	14,31	71,59	37,22	60,88
	25	92,46	0,35	30,00	15,43	30,00	15,18	83,24	42,23	62,95
	50	103,83	0,38	32,00	16,19	32,00	15,63	91,21	46,27	65,93
	75	121,08	0,41	35,00	17,58	34,00	16,23	99,98	50,34	68,21
	95	143,04	0,45	48,00	24,21	38,00	18,11	118,05	58,10	71,98
	97,5	149,25	0,47	53,85	26,12	39,00	18,95	124,98	60,01	73,18

Примечание. Полужирным шрифтом выделены средние значения в группах

### Межгрупповое сравнение\*

Результаты расчета U-критерия Манна-Уитни для эхокардиографических показателей при сравнении различных групп.

#### группа 1 – группа 2

Показатель	КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
Асимптотическая значимость	0,526	<b>0,000</b>	0,526	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

Показатель	ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,020</b>	<b>0,000</b>	0,051	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

#### группа 1 – группа 3

Показатель	КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>								

Показатель	ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

#### группа 1 – группа 4

Показатель	КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>								

Показатель	ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
Асимптотическая	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,015</b>

значимость									
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**группа 2 – группа 3**

Показатель	КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,538	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

Показатель	ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,008</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,813	0,352

**группа 2 – группа 4**

Показатель	КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,041</b>	<b>0,000</b>						

Показатель	ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	Д в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,005</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,076

**группа 3 – группа 4**

Показатель	КДР ЛЖ	Индекс КДР	КДО ЛЖ	Индекс КДО	ТЗСЛЖ	Индекс ТЗСЛЖ	ТМЖП	Индекс ТМЖП	Масса миокарда
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>								

Показатель	ИММ (на ППТ)	ОТСд	Объем ЛП	Индекс объема ЛП	ЛП в парастерн. сечении по дл. оси	Индекс ЛП	УО	УИ	ФВ ЛЖ
Асимптотическая значимость	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,276

значимость									
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*полужирным шрифтом выделены параметры со статистически значимыми различиями между группами

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Даже если при проведении межгруппового сравнения были выявлены статистически значимые различия, необходимо учитывать медицинскую интерпретацию каждого из параметров.

Например: каждая из групп при сравнении друг с другом имеет статистически значимые различия по показателю объем левого предсердия, однако, стоит заметить, что значения медиан, квартилей в группах отличаются незначительно (группа 1 – 30 (медиана); группа 2 – 29 (медиана); группа 3 – 32 (медиана); группа 4 – 32 (медиана)) и вероятнее всего с клинической точки зрения размах в 2-3 единицы для данного показателя не будет столь значимым.

## Библиография

[1] Liu HW, Huang LW, Chiu SN et al. Cardiac Screening for High Risk Sudden Cardiac Death in School-Aged Children. *ActaCardiolSin*. 2020 Nov;36(6):641-648. doi: 10.6515/ACS.202011\_36(6).20200515A.

[2] Клеменков П.А., Кузнецов С.Д. Большие данные: современные подходы к хранению и обработке. Труды Института системного программирования РАН. 2012;23. <https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2012-23-9>.

[3] Sharma S, Drezner JA, Baggish A, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur Heart J*. 2018; 39(16):1466-1480. doi: 10.1093/eurheartj/ehw631.

[4] Maestrini V, Torlasco C, Hughes R, Moon JC. Cardiovascular Magnetic Resonance and Sport Cardiology: a Growing Role in Clinical Dilemmas. *J Cardiovasc Transl Res*. 2020 Jun;13(3):296-305. doi: 10.1007/s12265-020-10022-7.

[5] Caselli S, Di Paolo FM, Pisicchio C, Pandian NG, Pelliccia A. Patterns of Left Ventricular Diastolic Function in Olympic Athletes. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(2):236-244. doi: 10.1016/j.echo.2014.09.013.

[6] Adea JB, Leonor RML, Lu CH, Lin LC, Wu M, Lee KT, Lin YS, Chang SH, Hung KC, Lin FC, Hsieh IC, Chu PH, Wen MS, Wu VC, Wang CL. Sport disciplines and cardiac remodeling in elite university athletes competing in 2017 Taipei Summer Universiade. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Nov 6;99(45):e23144. doi: 10.1097/MD.00000000000023144.

[7] Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):3786. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786.

[8] Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Мокрышева Н.Г., Викулова О.К., Галстян Г.Р., Кураева Т.Л., Петеркова В.А., Смирнова О.М., Старостина Е.Г., Суркова Е.В., Сухарева О.Ю., Токмакова А.Ю., Шамхалова М.Ш., Ярек-Мартынова И.Я., Артемова Е.В., Бешлиева Д.Д., Бондаренко О.Н., Волеводз Н.Н., Гомова И.С., Григорян О.Р., Джемиллова З.Н., Есаян Р.М., Ибрагимова Л.И.,

Калашников В.Ю., Кононенко И.В., Лаптев Д.Н., Липатов Д.В., Мельникова О.Г., Михина М.С., Мичурова М.С., Мотовилин О.Г., Никонова Т.В., Роживанов Р.В., Скляник И.А., Шестакова Е.А. «Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом». Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 10-й выпуск. Сахарный диабет. 2021;24(1S):1-148. <https://doi.org/10.14341/DM12802>.

[9] Khan SS, Ning H, Wilkins JT et al. Association of Body Mass Index with Lifetime Risk of Cardiovascular Disease and Compression of Morbidity. *JAMA Cardiol.* 2018 Apr 1;3(4):280-287. doi: 10.1001/jamacardio.2018.0022.

[10] Borén J, Chapman MJ, Krauss RM et al. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease: pathophysiological, genetic, and therapeutic insights: a consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur Heart J.* 2020 Jun 21;41(24):2313-2330. doi: 10.1093/eurheartj/ehz962.

[11] Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J.* 2021 Sep 7;42(34):3227-3337. doi: 10.1093/eurheartj/ehab484. PMID: 34458905.

[12] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V 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. doi: 10.1093/ehjci/jev014.

## **Библиографические данные**

УДК 61:796/799

Ключевые слова: спорт высших достижений, высококвалифицированные спортсмены, сердечно-сосудистые заболевания, неотложные состояния, анализ больших данных

## Список исполнителей

**Федеральное медико-биологическое агентство  
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный  
научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации  
Федерального медико-биологического агентства»  
(ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА РОССИИ)**

**ПРОФИЛАКТИКА НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ И  
ИНВАЛИДИЗАЦИИ СПОРТСМЕНОВ, ЧЛЕНОВ СПОРТИВНЫХ  
КОМАНД НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПО  
ИЗМЕНЕНИЯМ В СТРОЕНИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ  
СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ**

Методические рекомендации

МР ФМБА России \_\_\_\_\_ - 20\_\_

Директор

А.В. Жолинский

Начальник организационно-  
исследовательского отдела

В.С. Фещенко

Руководитель работы,  
заведующая филиалом ГАУЗ МНПЦ  
МРВСМ ДЗМ, ведущий научный  
сотрудник отдела научно-  
исследовательских услуг ФГБУ  
ФНКЦСМ ФМБА России, член корр.  
РАН, д-р. мед. наук, профессор

В.А. Бадтиева

---

Исполнители:

Ответственный исполнитель по теме,  
врач по спортивной медицине отдела  
медицинского обеспечения

\_\_\_\_\_ А.А. Павлова

спортивных сборных команд и  
соревнований ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА  
России

ведущий научный сотрудник отдела  
научно-исследовательских услуг ФГБУ  
ФНКЦСМ ФМБА России, кардиолог  
ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ, д-р. мед.  
наук, профессор

\_\_\_\_\_

А.С. Шарыкин

врач по спортивной медицине отдела  
медицинского обеспечения  
спортивных сборных команд и  
соревнований ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА  
России

\_\_\_\_\_

Д.М. Усманов

младший научный сотрудник  
организационно-исследовательского  
отдела ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России

\_\_\_\_\_

С.А. Базанович