

**Михайлова Анастасия Владимировна**

**КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
У СПОРТСМЕНОВ**

3.1.33 - «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия»

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Москва 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)»

**Научный консультант:**

**Смоленский Андрей Вадимович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» Министерства спорта РФ

**Официальные оппоненты:**

**Бондарев Сергей Анатольевич** – доктор медицинских наук, профессор кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Гуревич Татьяна Станиславовна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры физических методов лечения и спортивной медицины ФПО ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава здравоохранения РФ;

**Масленникова Ольга Михайловна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой внутренних болезней и профилактической медицины ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится 29 декабря 2021 г. в 11.00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.037.01. при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России по адресу: 121069, г. Москва, Борисоглебский пер., д. 9, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России по адресу: 121069, г. Москва, Борисоглебский пер., д.9 стр.1 и на сайте <http://www.nmicrk.ru/nauka/dissertatsionnyy-совет/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года

Ученый секретарь диссертационного совета,  
Кандидат медицинских наук, доцент

Стяжкина Елена Михайловна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Одним из основных вопросов, стоящих перед современной спортивной наукой и, в частности, спортивной медициной является изучение механизмов адаптации и дезадаптации организма спортсмена к постоянно возрастающим тренировочным и соревновательным нагрузкам. Высокая степень тренированности спортсмена определяется уровнем развития его функциональных возможностей организма, что в сочетании с технической, тактической и психологической подготовленностью предопределяет возможность достижения высоких спортивных результатов в выбранном виде спорта (Матвеев Л.П., 1999, Вовк С.И., 2001, 2007, Озолин Н.Н. и др., 1993). Физиологической основой эффективности тренировочного процесса спортсмена является рациональное соотношение утомления и восстановления (Гандельсман А.Б., 1970, Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л., 2001, Kentta G. and Hassmen P., 1998).

В том случае если тренировочные нагрузки подобраны неадекватно, т.е. не соответствуют возрасту, уровню подготовленности и индивидуальным особенностям спортсмена, могут возникать различные функциональные нарушения, такие как переутомление, перетренированность, сопровождающиеся изменением функционального и психо-эмоционального состояния (Иорданская Ф.А. и др., 1993, Бадтиева В.А., 2018, Budgett R., 1994, 1998).

При резком несоответствии между запросами, предъявляемыми физической нагрузкой организму спортсмена, и уровнем его возможности реализовать эти нагрузки может развиваться синдром перенапряжения, который в отличие от перетренированности характеризуется целым рядом висцеральных проявлений (Hackney C., Battaglini C., 2007, Kuipers H., 1998, Lehmann M., Foster C., Keul J., 1993). Чаще других выявляются изменения сердечно-сосудистой системы. Кроме того, наблюдается снижение иммунитета, повышение чувствительности к простудным и аллергическим заболеваниям, в ряде случаев уменьшается масса тела и сила мышц, увеличивается риск травматических повреждений (Angeli A. et al, 2004, Bramwell S.T. et al, 1975, Budgett R., 1998).

Основным проявлением хронического перенапряжения сердечно-сосудистой системы (ССС) у спортсменов считаются нарушения процессов реполяризации в миокарде, проявляющиеся на ЭКГ изменениями конечной части желудочкового комплекса, а также нарушения ритма и проводимости сердца (Земцовский З.В., Гаврилова Е.А., 2006, 1995, Costa O, 1986, O'Toole, M.L., 1998, Pelliccia A. Et al, 2008, Sharma S., 2000). Большинство авторов объясняют развитие этих изменений нарушениями метаболических процессов в миокарде; причем, у высококвалифицированных спортсменов признаки хронического перенапряжения ССС, сопровождающиеся изменениями ЭКГ и требующими углубленного

кардиологического обследования, составляют до 40%, против 11,8% у лиц, занимающихся массовым спортом (Wenger N.K., 1992).

В ряде случаев проявлением перенапряжения ССС у спортсменов могут быть нарушения ритма сердца, а также нарушения систолической и/или диастолической функции левого желудочка (Земцовский Э.В., 1995, Смоленский А.В., 2000, Шарыкин А.С. и др., 2017, Biffi A., 2011, Zehender M., 1990)

Рациональные занятия спортом, подразумевающие соответствие и адекватность физической нагрузки функциональным возможностям организма, вызывают определенные изменения в сердечно-сосудистой системе спортсменов, не выходящие за рамки физиологических реакций. Развивающаяся при этом гипертрофия миокарда с ее электрокардиографическими и эхокардиографическими проявлениями позволяет определить спортивное сердце как отдельное физиологическое понятие. По мнению целого ряда исследователей, (Граевская Н.Д., 1978, Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., 1986, D'Andrea A. et al, 2009, Fagard R.H., 1997, Himanshu T., 2008, Maron B.J., 1986), выделение различных моделей «спортивного сердца» обусловлено особенностями спортивной деятельности. Так эксцентрическая гипертрофия характерна для циклических видов спорта с преимущественным развитием выносливости, а концентрическая – видам спорта с преимущественно изометрическими нагрузками. При этом в литературе постоянно дискутируется вопрос об анатомических и функциональных характеристиках спортивного сердца, о пределе его физиологической адаптации и переходе в патологическую стадию (Maron B.J., Pelliccia A., 1986, McCann G.P. et al, 2000, Pelliccia A., Maron B.J., 2005).

Одним из возможных факторов развития перенапряжения сердечно-сосудистой системы и чрезмерной гипертрофии миокарда является артериальная гипертония (Вольнов Н.И., 1958, Смоленский А.В., 2000, Baumert M. Et al, 2006). В исследовании, выполненном в медицинском колледже Висконсин, было показано, что распространенность артериальной гипертонии у спортсменов составляет до 5% и требует в ряде случаев применения гипотензивных средств (Niedfeldt M.W., 2002). При этом изучение вклада повышенного уровня артериального давления у спортсменов в патогенез хронического перенапряжения сердечно-сосудистой системы остается достаточно малоизученной проблемой.

Кроме того, большинство авторов сходится во мнении, что необходимо выделять пограничную патологию, требующую дифференциальной диагностики различных проявлений перенапряжения сердечно-сосудистой системы с органическими заболеваниями для предупреждения развития сердечно-сосудистых катастроф у спортсменов (Гаврилова Е.А., 2007, Макарова Г.А., 2000, Шарыкин А.С. и соавт., 2017, Biffi A., 2011, Corrado D. Et al, 2003, 2006, Maron B.J., 2003, Pelliccia A. Et al, 2000, 2008).

Вопросы же прогностического значения различных проявлений перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов, а также их влияние на функциональное состояние и спортивную результативность атлетов до настоящего времени остаются малоизученными. Также актуальными остаются вопросы оценки психо-эмоционального, вегетативного статуса и показателей физической работоспособности у спортсменов с различными проявлениями перенапряжения ССС, а также разработка мер профилактики факторов риска перенапряжения у спортсменов.

**Цель исследования:** оптимизация системы наблюдения за спортсменами и программы профилактики перенапряжения сердечно-сосудистой системы у атлетов различных видов спорта с учетом их клинико-функциональных особенностей и прогностических факторов риска.

#### **Задачи исследования**

1. Изучить распространенность различных форм перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов различных видов спорта.
2. Изучить распространенность нарушений процессов реполяризации у спортсменов в зависимости от вида спортивной деятельности, возраста, объема тренировочной нагрузки, выявить и сформулировать факторы риска, способствующие развитию нарушений процессов реполяризации.
3. Оценить показатели функционального состояния спортсменов с нарушениями процессов реполяризации исходя из особенностей их вегетативного, психо-эмоционального статуса, клинико-лабораторных показателей и уровня физической работоспособности.
4. Выявить особенности изменений ЭКГ у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы.
5. Оценить клинико-функциональные показатели и морфо-функциональные особенности миокарда у спортсменов с экстрасистолическими нарушениями ритма сердца.
6. Провести клинико-функциональную оценку состояния спортсменов с повышенным уровнем артериального давления.
7. Выявить кардиальные факторы, лимитирующие физическую работоспособность спортсменов.

### **Научная новизна**

Используя комплексные верифицированные методы исследования, впервые показана практическая ценность и значимость клинических, лабораторных и функциональных показателей состояния спортсменов с различными проявлениями перенапряжения сердечно-сосудистой системы (ССС).

Доказано, что прогностическими факторами риска перенапряжения сердечно-сосудистой системы являются циклические виды спорта, молодой возраст спортсменов (моложе 18 лет), увеличенный объем тренировочной нагрузки (более 24 ч./нед.).

Выявлено, что перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов сопровождается снижением уровня их физической работоспособности; при этом снижение показателей физической работоспособности отмечается как у спортсменов с симпатической, так и с парасимпатической формой перенапряжения.

Выявлены особенности вегетативного, психо-эмоционального и функционального статуса спортсменов с различными формами перенапряжения ССС.

Выявлены особенности функционального статуса и морфо-функционального состояния миокарда у спортсменов с аритмической формой перенапряжения ССС и повышенным уровнем артериального давления

Показано, что спортсмены с признаками хронического перенапряжения ССС характеризуются рядом признаков электро-физиологического ремоделирования миокарда.

Разработана комплексная многоуровневая унифицированная система стратификации рисков и ранней диагностики перенапряжения ССС у спортсменов высшей квалификации;

Предложена стандартизованная система сбора и анализа медико-биологической информации, а также формирование программ наблюдения за спортсменами с различными формами перенапряжения ССС на различных этапах подготовки.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость состоит в дополнении раздела спортивной кардиологии новыми данными о распространенности различных проявлений перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов, особенностях клинической картины и показателей функционального статуса спортсменов с нарушением процессов реполяризации на ЭКГ, нарушениями ритма сердца и повышенным уровнем артериального давления, а также в выявлении кардиальных факторов, лимитирующих физическую работоспособность спортсменов.

Практическая значимость состоит в разработке комплексной многоуровневой унифицированной системы стратификации рисков и ранней диагностики перенапряжения ССС у спортсменов высшей квалификации. Разработанные комплексные методы ранней диагностики и изученные факторы риска перенапряжения ССС у спортсменов позволили сформулировать меры первичной и вторичной профилактики и разработать рекомендации по наблюдению за спортсменами с различными проявлениями перенапряжения ССС и коррекции их тренировочного режима.

Разработанный алгоритм контроля за состоянием здоровья спортсменов высшей квалификации с различными формами хронического перенапряжения ССС может применяться в практике работы спортивных врачей, тренеров и специалистов, входящих в комплексные научные группы

### **Методология и методы исследования**

Предварительная работа включала изучение, анализ и систематизацию имеющихся литературных данных по вопросу наблюдения за спортсменами с различными формами перенапряжения сердечно-сосудистой системы.

На первом этапе исследования было проведено скрининговое обследование 559 спортсменов высокой квалификации различных видов спорта с целью оценки их клинико-функциональных особенностей, а также выявления прогностических факторов риска перенапряжения сердечно-сосудистой системы. На последующих этапах были выделены группы спортсменов, подвергнутых дополнительным методам исследования: спортсменам с прогностическими факторами риска перенапряжения сердечно-сосудистой системы было проведено исследование variability ритма сердца, психологическое тестирование и оценка лабораторных показателей; спортсменам с нарушениями ритма и проводимости сердца было проведено суточное мониторирование ЭКГ с оценкой поздних потенциалов желудочков, спортсменам-гребцам, у которых наиболее часто выявлялось повышение уровня артериального давления была проведена оценка уровня специальной работоспособности на гребном тренажере <Concept2>. В ходе исследования применялись клинические, инструментальные, лабораторные и статистические методы. Исследование проводилось в соответствии с Законодательством РФ и международными этическими принципами Хельсинской Декларации. Перед началом исследования каждому спортсмену было предложено ознакомиться с информацией о проводимых исследованиях и подписать протокол информированного согласия.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Наиболее распространенным проявлением перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов являются нарушения процессов реполяризации в виде изменения конечной части желудочкового комплекса на ЭКГ, выявленные в 16,28% случаев. Факторами риска развития нарушений процессов реполяризации следует считать циклические виды спорта, увеличение объема тренировочной нагрузки (более 24 ч. в неделю), молодой возраст спортсменов (моложе 18 лет), мужской пол. Данная форма перенапряжения ССС у спортсменов сопровождается снижением показателей физической работоспособности, а также признаками вегетативной дисфункции, изменениями гормонального статуса и психологического профиля, и рядом изменений ЭКГ, свидетельствующих об электрофизиологическом ремоделировании миокарда.

2. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы в виде повышения уровня артериального давления чаще встречается у спортсменов в видах спорта с большей долей статических нагрузок. Для спортсменов с повышенным уровнем артериального давления (с данной формой перенапряжения ССС) характерна менее экономичная деятельность сердечно-сосудистой системы, как в покое, так и на фоне физической нагрузки, а также ряд морфо-функциональных особенностей миокарда.

3. Аритмическая форма перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов сопровождается снижением уровня общей физической работоспособности

4. Кардиальными факторами, лимитирующими физическую работоспособность спортсменов, являются: нарушения процессов реполяризации, экстрасистолические нарушения ритма сердца (как желудочковые, так и наджелудочковые экстрасистолы), повышение уровня артериального давления (выше нормальных значений).

5. Разработанный алгоритм наблюдения за спортсменами включает в себя выявление прогностических факторов риска перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов, что позволяет своевременно скорректировать тренировочный процесс и комплекс восстановительных мероприятий у спортсменов.

### **Степень достоверности и апробация результатов работы**

Достоверность результатов исследования обеспечивается адекватным объемом клинического материала, репрезентативностью комплексного, многоуровневого обследования спортсменов, адекватностью поставленным цели и задачам исследования, использованием современных методов статической обработки данных. Апробация диссертационной работы состоялась 24 октября 2019г. на расширенном заседании кафедры «Спортивная медицина» РГУФКСМиТ.



Основные положения диссертационной работы доложены на Всероссийских и Международных конгрессах и научных конференциях по вопросам спортивной медицины, ЛФК, спортивной кардиологии.

### **Личное участие автора в получении научных результатов**

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии на всех этапах планирования и реализации диссертационной работы. Совместно с научным консультантом были сформулированы цель и задачи исследования, исходя из них составлен дизайн исследования – выбор методов исследования, формирование протоколов, а также обобщение, статистическая и аналитическая обработка данных. Автором собран и проанализирован обширный материал, проведен глубокий всесторонний анализ подходов к оценке клинико-функционального статуса спортсменов с различными проявлениями перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов. В результате анализа проработанного материала сформулированы теоретические выводы, обобщения и практические рекомендации. Личный вклад автора состоит также в разработке новых подходов к оценке вегетативного и функционального статуса спортсменов, разработке мер профилактики факторов риска перенапряжения ССС у спортсменов различных видов спорта.

### **Внедрение результатов в клиническую и научно-практическую деятельность**

Результаты проведенного исследования внедрены в клиническую практику Государственного автономного учреждения здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» (филиалы №1, №5), в практику подготовки спортсменов сборной команды России по водному поло и учащихся ГБПОУ г. Москвы Московское среднее специальное училище олимпийского резерва №2, а также в учебный процесс на кафедре спортивной медицины РГУФКСМиТ – подготовлена и включена в образовательный процесс учебная программа дисциплины «Подходы к профилактике перенапряжения у спортсменов».

### **Публикации**

По результатам диссертационной работы опубликовано 48 научных статей, в т.ч. 25 – в журналах, рецензируемых ВАК; издана монография «Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов». В работах, опубликованных соискателем, материалы диссертации представлены в полном объеме.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из: введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов собственных исследований и их обсуждения, выводов, практических рекомендаций и списка литературных источников. Общий объем диссертации изложен на 119 страницах, включая 18 рисунков, 20 таблиц. Список литературы включает 235 источников – 62 отечественных, 173 зарубежных авторов.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал и методы исследования**

Для решения поставленных задач в исследование были включены 559 спортсменов, проходивших обследования в рамках этапного и текущего контроля, находившихся в подготовительном и предсоревновательном периодах, из них: 177 спортсменов циклических видов спорта (легкая атлетика, велоспорт, плавание, академическая гребля), 189 спортсменов игровых видов спорта (футбол, волейбол, баскетбол), 104 представителя спортивных единоборств (греко-римская и вольная борьба, бокс), а также 89 спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе. Среди обследованных спортсменов было: 454 мужчин, 105 женщин. Возраст спортсменов от 17 до 47 лет (средний возраст  $22,27 \pm 4,01$ ). Спортивная квалификация от I взрослого разряда до мастера спорта международного класса.

В зависимости от формы перенапряжения сердечно-сосудистой системы и специфики вида спорта проводились следующие методы исследования:

### **На I этапе исследования**

1. Сбор спортивного анамнеза, при котором оценивали какие заболевания, травмы и хирургические вмешательства перенес спортсмен в последние несколько месяцев, уточняли не было ли фактов участия в соревнованиях в болезненном состоянии или вскоре после перенесенного заболевания. Особое внимание уделяли оценке объема выполняемой нагрузки (количество тренировочных часов в неделю). Активно выявляли такие неспецифические субъективные признаки как утомляемость, нарушения сна, изменения и смена настроения, снижение аппетита, неприятные ощущения или боли в области сердца, учащенное сердцебиение, ощущение перебоев в работе сердца.

2. Антропометрические измерения:

- Рост обследуемых измеряли при помощи ростомера как расстояние от пола до верхней точки волосистой поверхности головы;
- Массу тела определяли при взвешивании пациентов в нижнем белье на медицинских весах;

Индекс массы тела вычисляли по формуле (ИМТ):

$$\text{ИМТ} = \frac{\text{Вес(кг)}}{[\text{Рост(м)}]^2}$$

Площадь поверхности тела определяли с помощью номограммы по Дю Буа, Бутби, Сандифорду.

3. Измерение АД проводилось по стандартной методике, принятой ВОЗ: не менее двух раз с интервалом не менее минуты; при разнице более 5 мм рт.ст. производили одно дополнительное измерение; за конечное (регистрируемое) значение принимали среднее из двух последних измерений; При измерении АД соблюдали следующие условия: исключение употребления кофе и крепкого чая в течение 1 часа перед измерением, отказ от курения за 30 минут до измерения АД, отмена приема симпатомиметических препаратов (включая назальные и глазные капли), не менее, чем 15-20 минутный отдых после физической нагрузки

4. Электрокардиограмму записывали на электрокардиографе Shiller AT-5 (Швейцария) в 12-ти отведениях. При оценке ЭКГ отмечали наличие нарушений процессов реполяризации, нарушений ритма и проводимости сердца, наличие ЭКГ-признаков увеличения левого и/или правого предсердия, признаков гипертрофии правого и/или левого желудочка, синдромов предвозбуждения желудочков и ранней реполяризации желудочков, отмечали случаи удлинения интервала Q-T.

5. Активная ортостатическая проба проводилась в дополнении к ЭКГ покоя: оценка ЭКГ проводилась после 8 минут нахождения спортсмена в ортостатическом положении (ЭКГ также записывали в вертикальном положении спортсмена); неадекватным считалось увеличение ЧСС менее чем на 20% (недостаточный прирост ЧСС) и более чем на 40% (чрезмерный прирост) от исходного уровня (по данным ЭКГ, снятой в горизонтальном положении спортсмена); кроме того, оценивали динамику з. Т.

6. Всем обследованным спортсменам проводилась Эхо-КГ в положении лежа на левом боку в двумерном и М-модальном режимах на аппарате «Aloka SSD-3500» (Япония). При ЭхоКГ в М-модальном режиме из парастернального доступа по длинной оси по стандартной методике Н. Feigenbaum определяли линейные показатели: диаметр левого предсердия, размеры полости левого желудочка (КСР – конечно-систолический размер и КДР – конечно-диастолический размер), толщины стенок левого желудочка (МЖП – межжелудочковой перегородки и ЗсЛЖ – задней стенки левого желудочка). Для расчета показателей внутрисердечной гемодинамики использовался метод Teicholz L.E. и соавт.

Конечный диастолический объем левого желудочка (КДО) рассчитывали по формуле:

$$\text{КДО} = [7,0/(2,4+\text{КДР})] \times \text{КДР}^3$$

Массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ) рассчитывали по формуле Devereux, R. и соавт:

$$\text{ММЛЖ} = 1.04 \times [(\text{КДР} + \text{МЖП} + \text{ЗсЛЖ})^3 - \text{КДР}^3] - 13.6 \text{ г},$$

где МЖП – толщина межжелудочковой перегородки;

ЗсЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка;

КДР – конечный диастолический размер левого желудочка.

Индекс ММЛЖ (иММЛЖ) определяли как отношение ММЛЖ к площади поверхности тела (ППТ), определяемой по формуле Dubios, D., Dubios, F.

Показатель относительной толщины стенки (ОТС) левого желудочка рассчитывался по формуле:

$$\text{ОТС} = \text{ТЗсЛЖ} \times 2 / \text{КДР ЛЖ}$$

Показатель диастолического миокардиального стресса (МСд, в дин/см<sup>2</sup>) рассчитывался по формуле:

$$\text{МСд} = (\text{ДАД} \times \text{КДРЛ Ж} / 4 \times \text{ТЗС ЛЖ}) \times (1 + [\text{ТЗС ЛЖ} / \text{КДР ЛЖ}]),$$

где ДАД – диастолическое артериальное давление,

КДР ЛЖ – конечный диастолический диаметр левого желудочка,

ТЗС ЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка.

7. Для оценки физической работоспособности спортсменов использовали велоэргометрическую пробу, характеризующую физическую работоспособность при частоте пульса 170/мин. – PWC<sub>170</sub>.

Все обследованные спортсмены выполняли три возрастающие по мощности нагрузки продолжительностью 3 минуты каждая, не разделенные интервалами отдыха. Первоначальная мощность устанавливалась из расчета 0,75-1,25 Вт/кг (в зависимости от квалификации спортсмена и исходной ЧСС), увеличение нагрузки осуществлялось в соответствии с возрастанием ЧСС (так, чтобы к концу теста ЧСС увеличивалась до 170/уж/мин.). ЧСС измеряли в течение последних 15 секунд каждой трехминутной ступени. Показатель физической работоспособности определялся по формуле:

$$\text{PWC}_{170} = \frac{W_3 - W_2}{f_3 - f_2} \times (170 - f_3) + W_3,$$

где: W<sub>3</sub> – мощность 3-ей нагрузки (в кгм/мин),

W<sub>2</sub> – мощность 2-ой нагрузки (в кгм/мин),

f<sub>3</sub> – ЧСС на высоте 3-ей нагрузки,

f<sub>2</sub> – ЧСС на высоте 2-ой нагрузки

В ряде случаев оценивали показатель PWC<sub>150</sub>, рассчитываемый по формуле:

$$\text{PWC}_{150} = \frac{W_2 - W_1}{f_2 - f_1} \times (150 - f_2) + W_2,$$

$$f_2 - f_1$$

где:  $W_2$  – мощность 2-ой нагрузки (в кгм/мин),  
 $W_1$  – мощность 1-ой нагрузки (в кгм/мин),  
 $f_2$  – ЧСС на высоте 2-ой нагрузки,  
 $f_1$  – ЧСС на высоте 1-ой нагрузки

Максимальное потребление кислорода (МПК) рассчитывали по формуле:

$$\text{МПК} = 2,2 \times \text{PWC}_{170} + 1070;$$

полученную величину делили на вес тела обследуемых пациентов.

Состояние физической работоспособности оценивали путем анализа показателей  $\text{PWC}_{170}/\text{кг}$  массы тела,  $\text{PWC}_{150}/\text{кг}$  массы тела и МПК/кг массы тела (с учетом вида спорта обследуемых спортсменов).

**На II этапе исследования** была выделена группа из 130 спортсменов с прогностическими факторами риска перенапряжения ССС, которым дополнительно были проведены следующие методы исследования:

1. Оценка variability ритма сердца проводилась на аппарате Medass. Анализ продолжительности кардиоинтервалов производился по результатам 5-минутной записи. Оценивали показатель среднеквадратического отклонения длительности кардиоинтервалов (SDNN), являющийся интегральным показателем, характеризующим variability ритма сердца в целом, и зависящий от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы; показатель стресс-индекса (индекс напряженности регуляторных систем), отражающий влияние автономного и центрального контуров регуляции ритма сердца, показатели спектрального (волнового) анализа – общая мощность спектра (TP), отражающая суммарную активность вегетативных воздействий на сердечный ритм, и ее составляющие – высокочастотные волны (HF), низкочастотные волны (LF), очень низкочастотные волны (VLF), а также соотношение LF/HF – отношение мощностей низких частот и мощности высоких частот, значение которого свидетельствует о балансе симпатических и парасимпатических влияний.

2. Для оценки психо-эмоционального статуса использовалась методика многофакторного исследования личности («16 личностных факторов» - русский вариант «16-PF» Р. Кэттелла). предназначенная для измерения 16 факторов личности – личностных черт, свойств, отражающих относительно устойчивые способы взаимодействия человека с окружающим миром и самим собой. При помощи данного исследования выявляются эмоциональные, коммуникативные, интеллектуальные свойства, а также свойства саморегуляции, обобщающие информацию человека о самом себе Тест предназначен для изучения особенностей личности по 16 шкалам, позволяющим количественно оценить следующие полярные тенденции: общительность - замкнутость (А), абстрактное - конкретное мышление

(В), эмоциональная устойчивость - инфантилизм (С), независимость, властность - пассивная подчиняемость (Е), импульсивность - сдержанность (F), настойчивость - уступчивость (G), смелость в сфере социальных контактов - застенчивость (H), женственность - мужественность (I), соревновательность, подозрительность - доверчивость (L), творческое воображение - практичность, реалистичность (M), расчетливость - бесхитрость (N), тревожность - невозмутимость (O), радикализм - консерватизм (Q1), самостоятельность - зависимость при групповой деятельности (Q2), высокий волевой контроль поведения - недисциплинированность (Q3), напряженность - расслабленность (Q4). Результаты представляются в стандартных нормах (стэнах).

3. Лабораторные исследования (исследования проводились в АНО Центр диагностики и обучения «Вера»). Проводилась оценка гормональных показателей – тестостерона (электрохемилюминесцентный анализ) и кортизола (конкурентный твердофазный хемилюминесцентный иммуноферментный анализ), а также определяли уровень сердечного тропонина I до и после физической нагрузки (иммунохемилюминесцентный анализ) на анализаторе «Architect i2000 SR» производства ABBOTS LABS.

**На III этапе исследования** была выделена группа из 224 спортсменов (спортсмены с нарушением процессов реполяризации, а также с выявленными на исходной ЭКГ эктопическими нарушениями ритма и атрио-вентрикулярной блокадой), которым проводилось суточное мониторирование ЭКГ.

Регистрация на носимый портативный регистратор и последующая дешифровка проводились на аппарате Astrocord (Россия). Длительность регистрации ЭКГ составляла от 23 до 24 ч. Все обследования выполнялись в условиях обычной повседневной активности. Спортсмены во время мониторирования вели дневник, в котором отмечали уровень физической активности и возникавшие жалобы. Кроме количественной оценки экстрасистолических нарушений ритма у всех спортсменов с нарушениями ритма сердца проводилась оценка поздних потенциалов желудочков (ППЖ). Для регистрации ППЖ применяли сигнал-усредненную (СУ) ЭКГ с использованием компьютеризованного комплекса «Astrocord». После усиления, усреднения и фильтрации в диапазоне частот 40-250 Гц сигналы, полученные в трех отведениях, комбинировали в векторную магнитуду, вычисляемую по формуле, с последующим расчетом 3-х общепринятых параметров СУ ЭКГ: ширины фильтрованного сигнала комплекса QRS ( $fQRS$ ), продолжительности высокочастотных низкоамплитудных (менее 40 мкВ) сигналов (*High Frequency Low Amplitude Signal - HFLA*) в конечной части Vector Magnitude, а также среднеквадратичного значения последних 40 мс комплекса QRS, вычисленного по Vector Magnitude (*Root Mean Square - RMS*). Результаты СУ ЭКГ считали

патологическими при наличии 2-х из 3-х общепринятых критериев ППЖ:  $fQRS$  больше 114 мс,  $LAS$  больше 38 мс,  $RMS$  меньше 20 мкВ.

**На IV этапе исследования** группе спортсменов – представителям академической гребли – 47 человек (26 мужчин, 21 женщина), было проведено тестирование на гребном тренажере <Concept2>. Тестирование проводилось двукратно (с интервалом отдыха 45 минут), каждая из нагрузочных проб состояла из 3-х серий: 15 гребков, имитирующих стартовый разгон, 30 нарастающих по темпу и мощности гребков (3 x 10) и 3-х минутное удержание 55% максимальной мощности. Проводилось сопоставление показателей двойного произведения до нагрузочного тестирования, после I и II нагрузочных проб, а также динамика показателей мощности в первом и втором нагрузочных тестах.

### **Статистические методы обработки данных**

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием компьютерной программы Statistica for Windows 6.0 (StatSoft Inc., США). При анализе данных исследования рассчитывались параметрические показатели – средние величины ( $M$ ), их стандартные отклонения ( $SD$ ) и непараметрические (представлены в виде медианы и интерквартильного размаха с указанием 25 и 75 перцентилей). Для парных сравнений использовались методы сравнительной статистики ( $t$  – критерий Стьюдента,  $U$ -критерий Манна-Уитни). Проводили расчет доверительных интервалов. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для оценки особенностей клинико-функционального состояния спортсменов с нарушением процессов реполяризации в исследование было включено 559 спортсменов: 177 спортсменов циклических видов спорта (легкая атлетика, велоспорт, плавание, академическая гребля), 189 спортсменов игровых видов спорта (футбол, волейбол, баскетбол), 104 представителя спортивных единоборств (греко-римская и вольная борьба, бокс), а также 89 спортсменов, специализирующихся в пулевой и стендовой стрельбе.

Из исследования были исключены 3 спортсмена с органической патологией сердца: у одного спортсмена при эхо-кардиографическом исследовании была выявлена гипертрофическая кардиомиопатия (позже подтвержденная результатами генетической экспертизы), у двоих спортсменов по результатам иммунологического исследования были выявлены признаки перенесенного миокардита. Кроме того, критерием исключения было наличие синдрома преждевременного возбуждения

желудочков (ЭКГ-феномен Wolf-Parkinson-Wight), являющегося самостоятельной причиной изменения конечной части желудочкового комплекса.

Морфометрические характеристики сердца (представленные на рис. 1, 2), отражающие направленность тренировочного процесса спортсменов, свидетельствовали об однородности групп спортсменов, включенных в исследование.

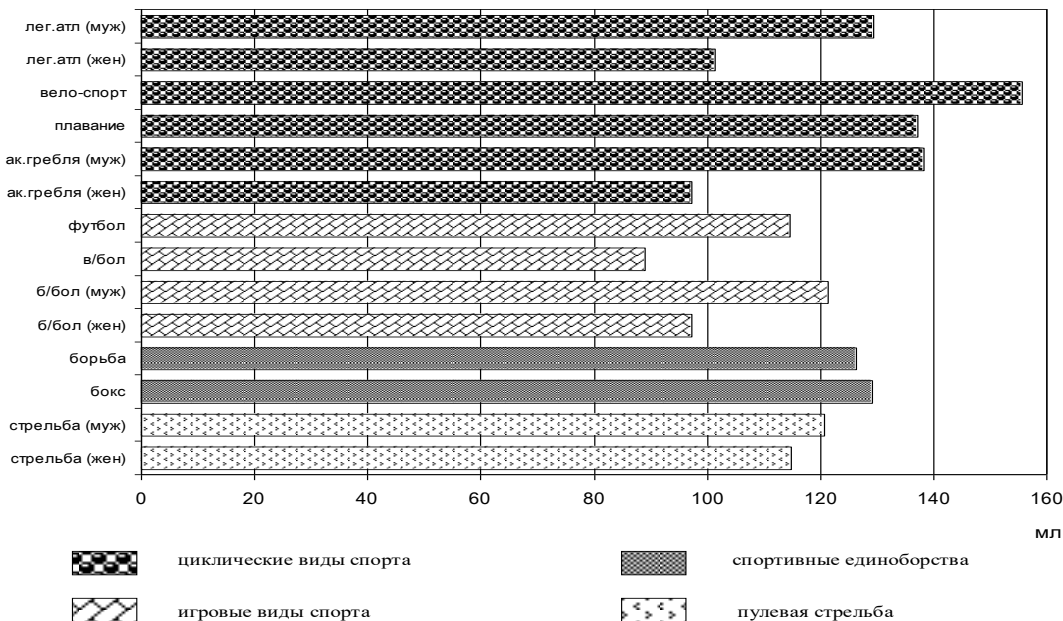


Рис. 1. – Показатели конечного диастолического объема (КДО) у обследованных спортсменов (n=559)

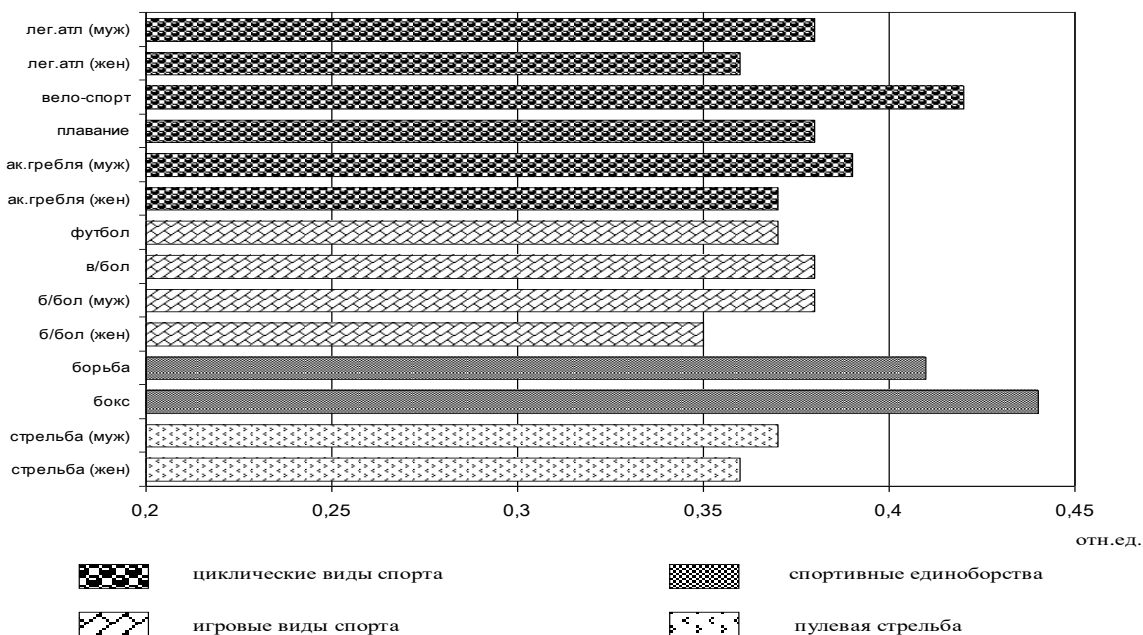


Рис. 2.. – Показатели относительной толщины стенок (ОТС) у обследованных спортсменов (n=559)



Наибольшие объемные показатели отмечались у представителей циклических видов спорта (в порядке убывания: велоспорт, плавание, легкая атлетика, академическая гребля), что свидетельствует о большом объеме аэробных нагрузок в тренировке этих спортсменов.

Наибольшие показатели относительной толщины стенки левого желудочка определялись у спортсменов, значительная доля нагрузок которых направлена на развитие силовых качеств – боксеров, представителей вольной и греко-римской борьбы, а также велоспорта, несколько меньшие значения были выявлены у представителей академической гребли.

При этом обращает на себя внимание неоднородность морфометрических показателей сердца у спортсменов-стрелков, что может быть объяснено особенностями анамнестических данных спортсменов данного вида спорта. В стрелковые дисциплины достаточно часто приходят спортсмены, ранее занимавшиеся другими видами спорта. В настоящем исследовании у двоих спортсменов в анамнезе были указания на занятия спортивными единоборствами, у одной спортсменки – художественной гимнастикой. Кроме того, ряд спортсменов, включенных в исследование, были в возрасте 37-47 лет, в их спортивном анамнезе есть указания на достаточно долгие перерывы в спортивной деятельности.

### **Результаты клинико-функционального обследования спортсменов с нарушением процессов реполяризации**

По результатам скринингового электрокардиографического исследования нарушения процессов реполяризации были выявлены в 16,28% случаев. В соответствии с выявленными изменениями спортсмены были разделены на 2 группы: основная группа (I группа) – спортсмены с нарушениями процессов реполяризации (НПР), контрольная группа (II группа) – спортсмены с неизменной конечной частью желудочкового комплекса. Численный и возрастной состав спортсменов отражен в таблице 1.

Средний возраст спортсменов с нарушениями процессов реполяризации составил  $21,04 \pm 3,86$  лет; спортсменов с неизменной ЭКГ  $22,49 \pm 4,08$  лет. Несмотря на отсутствие достоверной разницы в среднем возрасте, у спортсменов с нарушением процессов реполяризации при процентильном распределении менее 25% приходится на возраст 17-18 лет (рис. 3.).

Таблица 1.

## Численный и возрастной состав спортсменов основной и контрольной групп

№ п/п	Вид спорта		Группа I (n = 91)		Группа II (n = 468)	
			кол-во спортсменов	возраст	кол-во спортсменов	возраст
1.	Легкая атлетика	муж.	7	19,43 ± 0,57	29	20,48 ± 0,26
		жен.	4	19,5 ± 0,5	19	19,79 ± 0,28
2.	Велоспорт	муж.	4	20,75 ± 0,62	17	23,35 ± 0,41
3.	Плавание	муж.	11	19,72 ± 0,36	39	20,84 ± 0,27
4.	Гребля	муж.	6	18,33 ± 0,33	20	18,55 ± 0,11
		жен.	3	17,33 ± 0,39	18	18,55 ± 0,16
5.	Футбол	муж.	14	21,42 ± 0,41	76	22,02 ± 0,24
6.	Волейбол	муж.	5	21,2 ± 1,15	34	24,17 ± 0,17
7.	Баскетбол	муж.	6	21,5 ± 0,56	36	23,77 ± 0,34
		жен.	2	17,0	16	18,75 ± 0,33
8.	Борьба (греко-римская, вольная)	муж.	6	20,16 ± 0,54	35	21,48 ± 0,19
9.	Бокс	муж.	9	21,22 ± 0,36	54	23,79 ± 0,23
10.	Стрельба	муж.	8	24,625 ± 3,20	38	24,89 ± 0,84
		жен.	6	27,54 ± 2,96	37	26,83 ± 2,27

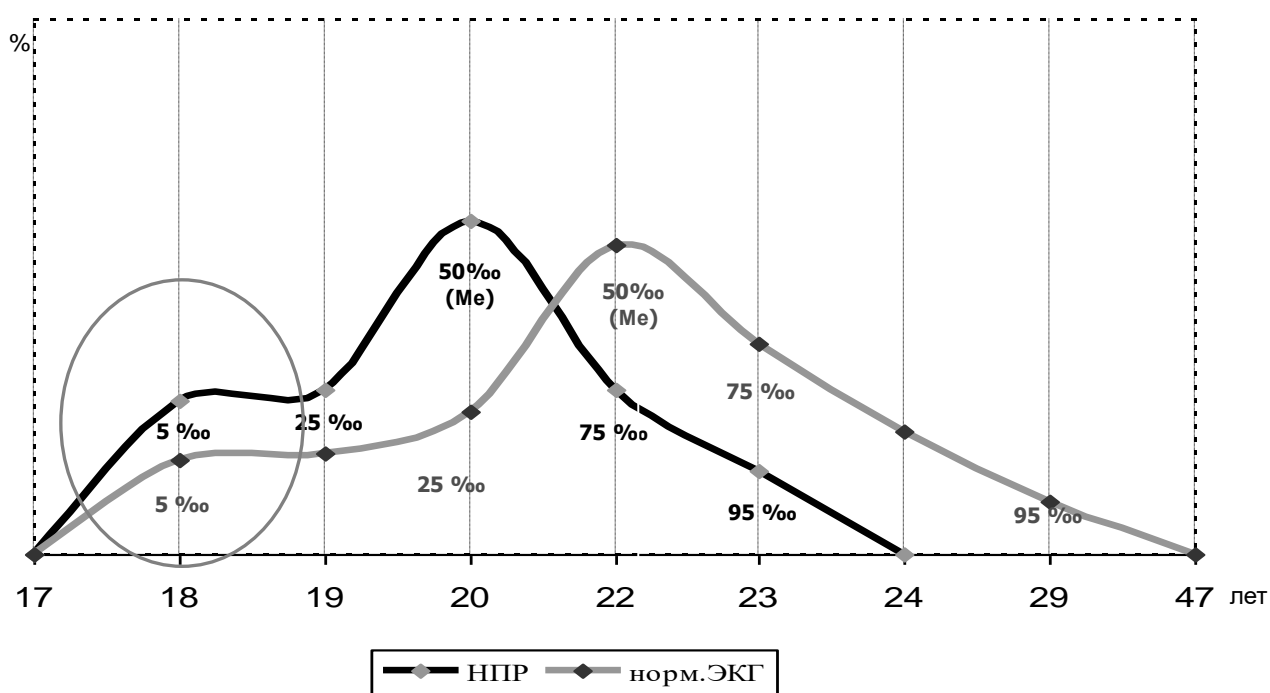


Рис. 3. Процентильное распределение спортсменов I и II групп по возрасту

В то время как в группе с нарушениями реполяризации спортсмены 17-18 лет составили 24,18%, на долю спортсменов этого возраста в контрольной группе приходится 10,04%.

Наиболее часто нарушения процессов реполяризации выявлялись у представителей циклических видов спорта: академическая гребля 23,08% у мужчин, 19,04% у женщин, плавание 22%, велоспорт 19,04%, легкая атлетика 19,4% у мужчин, 17,39% у женщин. У представителей стрелковых видов спорта этот показатель составил 17,39% у мужчин, 13,95% у женщин, что возможно связано с наибольшими психо-эмоциональными нагрузками в данном виде спорта. Среди представителей игровых видов спорта изменения конечной части желудочкового комплекса наиболее часто встречались у футболистов – 15,5%, у баскетболистов и волейболистов этот показатель составил 13,33% и 12,8%. Примерно равная распространенность данной патологии определялась у боксеров и борцов – 14,28% и 14,63% соответственно. У представителей всех видов спорта распространенность нарушений реполяризации была выше у спортсменов мужского пола.

При оценке объема тренировочной нагрузки у спортсменов с признаками перенапряжения ССС величина более 75‰ составила 24 ч. в неделю (рис. 4.).

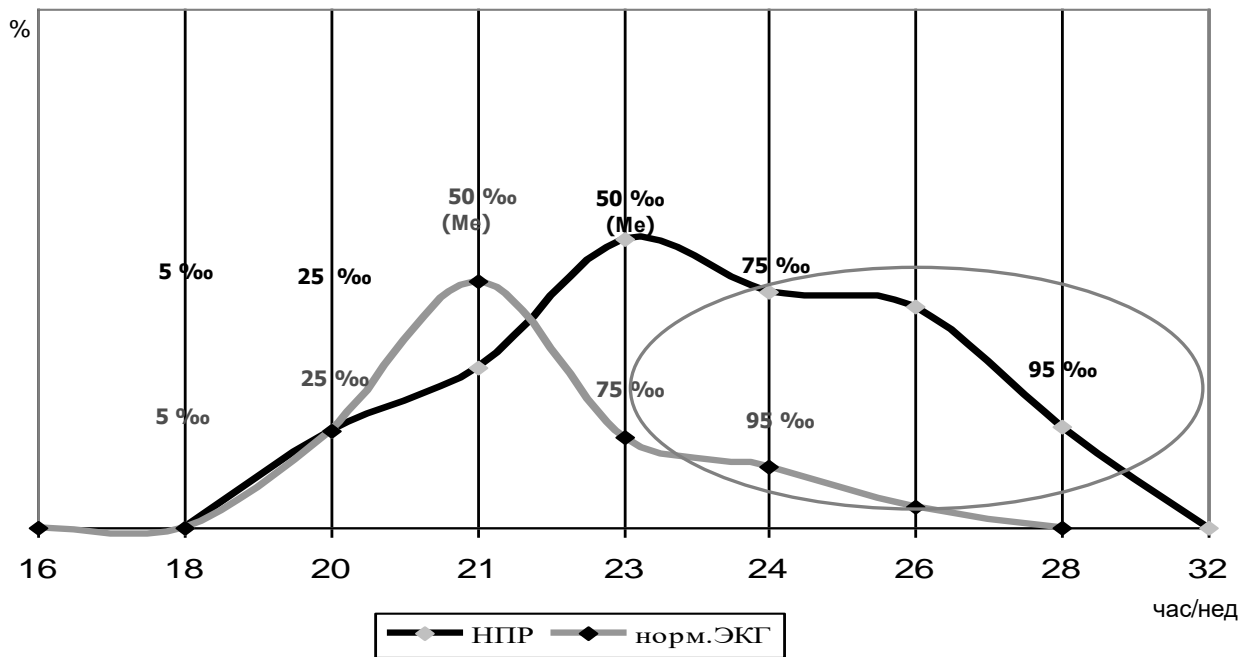


Рис. 4. Процентильное распределение объема тренировочной нагрузки у спортсменов I и II групп

Увеличение объема тренировочной нагрузки более 24 ч. в неделю достоверно коррелировало с частотой выявления нарушений процессов реполяризации на ЭКГ ( $r = 0,41$ ).

Таким образом, было выявлено, что факторами, увеличивающими риск развития нарушений процессов реполяризации на ЭКГ у спортсменов, являются: циклические виды спорта, мужской пол, молодой возраст спортсменов (моложе 18 лет), увеличение объема тренировочной нагрузки более 24 ч. в неделю.

При сравнении показателей, отражающих функциональное состояние спортсменов основной и контрольной групп, было выявлено снижение показателей физической работоспособности (определяемых по тесту PWC<sub>170</sub>). Наиболее значимое снижение показателей, характеризующих функциональные кондиции спортсменов было выявлено у представителей спортивных единоборств, а также игровых видов спорта, что представлено в таблице 2.

Таблица.2.

Показатели физической работоспособности спортсменов основной и контрольной групп

№ п/п	Вид спорта		Группа I (n = 77)	Группа II (n = 393)
			PWC <sub>170</sub> (кгм/мин/кг)	PWC <sub>170</sub> (кгм/мин/кг)
1.	Легкая атлетика (n=59)	муж.	20,7 ± 0,69 **	22,9 ± 0,39
		жен.	18,4 ± 0,94 *	20,0 ± 0,61
2.	Велоспорт (n=21)	муж.	23,7 ± 0,92 *	25,8 ± 0,8
3.	Плавание (n=50)	муж.	22,1 ± 0,44 **	24,3 ± 0,3
4.	Гребля (n=47)	муж.	19,55 ± 0,36 *	20,17 ± 0,39
		жен.	17,73 ± 0,11 *	18,39 ± 0,33
5.	Футбол(n=90)	муж.	19,3 ± 0,39 **	21,7 ± 0,29
6.	Волейбол (n=39)	муж.	17,3 ± 0,7 **	19,5 ± 0,31
7.	Баскетбол (n=60)	муж.	17,8 ± 0,53 **	19,7 ± 0,23
		жен.	16,2 ± 0,84 *	18,4 ± 0,44
8.	Борьба (греко-римская, вольная) (n=41)	муж.	18,4 ± 0,57 **	20,7 ± 0,25
9.	Бокс (n=63)	муж.	20,2 ± 0,61 **	22,9 ± 0,29

Примечание: \* - p < 0,05; \*\* - p < 0,01 – по отношению ко II группе спортсменов (с неизменной ЭКГ)

Причем следует отметить, что у представителей всех спортивных специализаций снижение показателей работоспособности более значимо было выражено у спортсменов-мужчин.

Согласно Европейским рекомендациям по интерпретации ЭКГ у спортсменов, все изменения, выявляемые на электрокардиограмме, подразделяются на 2 группы: часто выявляемые, обусловленные занятиями спортом (физиологические), и не

связанные с занятиями спортом (патологические), кроме того, с 2017 г. выделяется третья группа изменений, требующая дополнительных дифференциально-диагностических исследований.

Мы провели сравнительную оценку частоты выявления физиологических и патологических изменений у спортсменов с нарушением процессов реполяризации и без изменения конечной части желудочкового комплекса (таблицы 3, 4).

Таблица 3.

Физиологические изменения ЭКГ (изменения обусловленные, занятиями спортом)

Группы спортсменов	Синусовая брадикардия	Синдром ранней реполяризации и желудочков - СРРЖ	Вольтажные критерии гипертрофии и левого желудочка	атрио-вентрикулярная блокада I ст.	Неполная блокада правой ножки пучка Гиса
НПР (n=91)	25,27% (23)	19,78% (18)	46,15% (42)	20,88% (19)	18,68% (17)
Норм. ЭКГ (n=468)	23,077% (108)	25,21% (118)	39,1% (183)	17,31% (81)	24,36% (114)

Таблица 4.

Патологические изменения ЭКГ (не связанные с занятиями спортом)

Группы спортсменов	ЭКГ-признаки увеличения левого предсердия	Отклонение эл. оси сердца (влево или вправо)	ЭКГ-признаки гипертрофии и правого желудочка	Полная блокада правой ножки пучка Гиса	Удлинение (или укорочение) интервала Q-T
НПР (n=91)	6,6% (6)*	3,3% (3)*	7,7% (7)*	2,2% (2)	18,68% (17)*
Норм. ЭКГ (n=468)	1,5% (7)	1,7% (8)	1,07% (5)	2,56% (12)	1,5% (7)

\* - различия достоверны:  $p < 0,05$  - по сравнению со II группой спортсменов (с неизменной ЭКГ)

Достоверной разницы в частоте выявления физиологических изменений ЭКГ (обусловленных занятиями спортом) в группах спортсменов с нарушением процессов реполяризации и с отсутствием изменений конечной части желудочкового комплекса выявлено не было. При этом ряд патологических

изменений ЭКГ (не связанных с занятиями спортом) - признаки перегрузки левого предсердия и гипертрофии правого желудочка, отклонение электрической оси сердца, и, главным образом, удлинение интервала Q-T – достоверно чаще выявлялись у спортсменов с нарушением процессов реполяризации. Такие изменения ЭКГ как депрессия сегмента ST, патологический зубец Q, полная блокада левой ножки пучка Гиса, Бругада-подобная ранняя реполяризация ни в I, ни во II группах спортсменов не встречались.

Отдельно у спортсменов с нарушением процессов реполяризации была проанализирована динамика длительности интервала Q-T на фоне физической нагрузки. Было показано, что усугубление НПР на фоне физической нагрузки сопровождалось более значимым удлинением электрической систолы желудочков (максимально отмечалось удлинение Q-Tс до 0,49-0,50"). При этом, в группе спортсменов, у которых НПР нивелировались при проведении нагрузочного тестирования, длительность электрической систолы желудочков при учащении ЧСС достоверно не изменялась.

Также у спортсменов с нарушением процессов реполяризации достоверно чаще регистрировались эктопические нарушения ритма сердца. Наджелудочковая экстрасистолия была выявлена у 13,19% (12 человек), Желудочковая экстрасистолия – у 8,8% (8 человек). В контрольной группе (у спортсменов без признаков нарушений процессов реполяризации) эти показатели составили 3,63% (17 человек) и 2,35% (11 человек). Более того, если у спортсменов с неизменной ЭКГ во всех случаях эктопические нарушения ритма регистрировались только на ЭКГ покоя (при проведении нагрузочного тестирования Наджелудочковые и Желудочковые экстрасистолы не регистрировались), то у ряда спортсменов с нарушением процессов реполяризации отмечалось учащение экстрасистолии при нагрузочном тестировании, кроме того, у 5,5% спортсменов (5 человек) регистрировалось появление экстрасистолии только на фоне физической нагрузки (у одной спортсменки во время проведения велоэргометрической пробы был зарегистрирован эпизод желудочковой бигеминии, у одного спортсмена – парные желудочковые экстрасистолы).

Все случаи выявления нарушений процессов реполяризации на ЭКГ покоя, а также атрио-вентрикулярной блокады и эктопических нарушений ритма сердца были показаниями для проведения суточного мониторинга ЭКГ.

Как указано в таблице 3. атрио-вентрикулярная блокада I степени была зарегистрирована у 17,31% спортсменов с неизменной ЭКГ и у 20,88% спортсменов с нарушением процессов реполяризации. При проведении суточного мониторинга только у 7 спортсменов (из 81) – 8,64% с неизменной ЭКГ зарегистрированы эпизоды атрио-вентрикулярной блокады II степени, у спортсменов с нарушением процессов реполяризации в 36,84% случаев (7

спортсменов из 19) зарегистрировано усугубление степени нарушения атрио-вентрикулярной проводимости по результатам длительного мониторирования ЭКГ, более того, у одной спортсменки в ночные часы зарегистрирована а-в блокада высокой степени (кратность проведения 3:1) с паузой ритма 3,9 сек., что явилось показанием для имплантации искусственного водителя ритма.

Отдельно по результатам суточного мониторирования ЭКГ оценивалась частота выявления экстрасистолических нарушений ритма сердца, являющихся самостоятельной формой перенапряжения сердечно-сосудистой системы, а также их клинично-функциональная значимость.

В план обследования спортсменов кроме ЭКГ покоя также было включено проведение активной ортостатической пробы. Спортсмены с измененной конечной частью желудочкового комплекса характеризовались достоверно более частым выявлением неадекватной реакции ЧСС в ответ на ортостатическую пробу (таблица 5.).

Таблица 5.

## Частота выявления различных типов реакции на ортостатическую пробу

№ п/п	Вид спорта	Реакция на ортостатическую пробу					
		адекватная реакция		чрезмерный прирост ЧСС		недостаточный прирост ЧСС	
		НПР	Норм. ЭКГ	НПР	Норм. ЭКГ	НПР	Норм. ЭКГ
1.	Легкая атлетика	27,27%	66,66% *	45,45%	18,75% *	27,27%	14,58% *
2.	Велоспорт	25%	58,82% *	50%	17,65% *	25%	23,53%
3.	Плавание	45,45%	53,85%	36,36%	28,2%	18,18%	17,95%
4.	Гребля	33,33%	63,16% *	55,55%	28,95% *	11,11%	7,89%
5.	Футбол	42,85%	61,84% *	35,71%	27,63%	21,43%	10,53% *
6.	Волейбол	20%	52,94% *	80%	41,18% *	-	5,88% *
7.	Баскетбол	37,5%	55,77% *	62,5%	36,54% *	-	7,7% *
8.	Борьба (греко-римская, вольная)	33,33%	60% *	66,67%	34,29% *	-	5,71% *
9.	Бокс	33,33%	64,81% *	55,55%	22,22% *	11,11%	12,96%
10.	Стрельба	28,57%	49,33% *	50%	34,66% *	21,43%	16%
Всего		34,07%	58,55% *	50,55%	29,49% *	15,39%	11,97%

\* - различия достоверны ( $p < 0,05$ ) – по сравнению со II группой спортсменов (с неизменной ЭКГ)

У спортсменов с нарушением процессов реполяризации достоверно чаще регистрировалось чрезмерное учащение ЧСС (практически во всех видах спорта). В большинстве случаев неадекватная реакция ЧСС на ортостатическую пробу сочеталась с усугублением нарушений процессов реполяризации, что можно объяснить усилением симпатической активности и, соответственно, симпато-

адреналовых влияний на ритм сердца при перемене положения тела из горизонтального в вертикальное.

Кроме того, у представителей стрелковых видов спорта проводилось сопоставление результатов ортостатической пробы с рядом показателей variability ритма сердца, отражающих функциональное состояние регуляторных систем и уровень вегетативного равновесия. Спортсмены данной специализации были разделены на 4 группы в соответствии с типом вегетативной регуляции по классификации, предложенной Н.И. Шлык (по соотношению показателей стресс-индекса – SI и мощности спектра волн очень низкой частоты – VLF). В таблице 6. приводится численное распределение спортсменов по вышеуказанным группам.

Таблица 6.

Количественное распределение спортсменов в зависимости от типа активности регуляторных систем

Спортсмены стрелковых видов спорта	I тип регуляции	II тип регуляции	III тип регуляции	IV тип регуляции	Всего
Кол-во спортсменов	9 (10,1%)	15 (16,9%)	52 (58,4%)	13 (14,6%)	89 (100%)

Наилучшей ортостатической устойчивостью отличались спортсмены I и III групп, характеризующихся умеренным преобладанием центральной (I группа) и автономной (III группа) регуляции, что отражает оптимальное состояние или умеренное напряжение регуляторных систем организма у спортсменов. Частота выявления неадекватной реакции на ортостаз в данных группах спортсменов составила 22,2% и 48,1%. Во II и IV группах, характеризующихся резким увеличением активности центральной регуляции (II группа) и выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа), что свойственно для спортсменов с симпатической и парасимпатической формами перенапряжения, частота выявления неадекватной реакции составила 73,3% и 76,9% соответственно. Кроме того, во II и IV группах достоверно чаще выявлялись признаки перенапряжения сердечно-сосудистой системы в виде нарушений процессов реполяризации (33,3% и 15,4% соответственно). В I и III группах частота выявления данной патологии составила 11,1% и 11,5%. Среди спортсменов III группы была выделена дополнительная подгруппа со снижением показателя мощности “очень” низкочастотной составляющей спектра, что может отражать энергодефицитные состояния. Соответственно III группа была разделена на III а (спортсмены с оптимальным состоянием регуляторных систем) и III б подгруппы (спортсмены с признаками энергодефицита). Частота выявления неадекватной реакции на орто-



пробу в III б подгруппе составляла 60%, а частота выявления нарушений процессов реполяризации – 20%. На рисунке 5. представлена частота выявления адекватной реакции на ортостатическую пробу и частота выявления нарушений процессов реполяризации группах спортсменов с разным типом вегетативной регуляции.

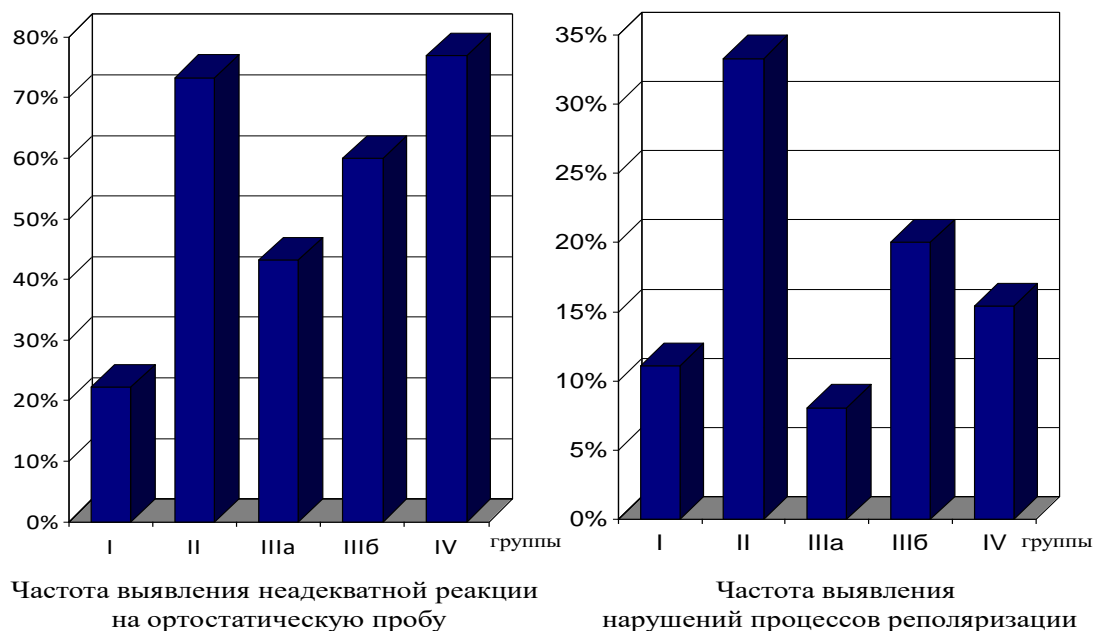


Рис. 5. Частота выявления неадекватной реакции на ортостатическую пробу и нарушений процессов реполяризации в группах спортсменов с разным типом вегетативной регуляции.

Именно дисфункции вегетативной нервной системы отводится ведущая роль в развитии клинических проявлений переутомления и перенапряжения. Принято выделять симпатическую и парасимпатическую формы переутомления. Однако, все литературные данные касаются только субъективных проявлений, характеризующих данные формы патологии. Данных же об объективных критериях, отражающих вегетативный статус спортсменов с признаками переутомления и перенапряжения крайне недостаточно.

В этой связи спортсменам мужского пола, представителям циклических видов спорта (легкая атлетика, плавание, велоспорт), среди которых признаки перенапряжения ССС в виде нарушений процессов реполяризации выявлялись достоверно чаще, было проведено комплексное обследование, включающее кроме вышеупомянутых исследований, оценку показателей variability сердечного ритма (по результатам 5-минутной записи), психологическое тестирование, а также лабораторную диагностику.

Среди показателей variability ритма сердца оценивались: среднее квадратическое отклонение длительности кардиоинтервалов (по результатам 5-

минутной записи) - SDNN, отражающее суммарный эффект вегетативной регуляции, индекс напряжения регуляторных систем (SI – стресс индекс), характеризующий степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными, а также показатели спектрального частотного анализа: общая мощность спектра (TP), отражающая суммарную активность нейрогуморальных влияний на ритм сердца, а также составляющие спектра, среди которых наибольшее внимание уделялось мощности “очень” низкочастотной составляющей спектра, являющейся чувствительным индикатором управления процессами метаболизма и хорошо отражающей энергодефицитные состояния.

По показателю SDNN все спортсмены были разделены на группы с преобладанием симпатической, парасимпатической регуляции, а также с эутоническим типом регуляции аппарата кровообращения. Показатели частоты выявления вышеуказанных типов вегетативной регуляции приводятся в таблице 7.

Таблица 7.

Распределение спортсменов в зависимости от типа преобладания вегетативной регуляции

Типы вегетативной регуляции	Спортсмены с нарушением процессов реполяризации (n = 26)	Спортсмены с нормальной ЭКГ (n = 104)
Эутонический тип регуляции (40 < SDNN < 80)	26,92%	62,50%
Симпатикотония (SDNN < 40)	57,70%	24,04%
Парасимпатикотония (SDNN > 80)	15,38%	13,46%

Достоверно чаще эутонический тип регуляции, характеризующий равновесие симпатических и парасимпатических влияний на ритм сердца, выявлялся у спортсменов с неизменной ЭКГ. Среди спортсменов с нарушениями процессов реполяризации достоверно чаще отмечалось преобладание симпатической регуляции. Кроме того, степень симпатикотонии была значительно выше у спортсменов с признаками перенапряжения CCC.

В таблице 8. отражены показатели SDNN у спортсменов с нарушением процессов реполяризации и с неизменной ЭКГ.

Таблица 8.

Показатели среднеквадратического отклонения длительности кардиоинтервалов (по результатам 5-минутной оценки вариабельности сердечного ритма) у спортсменов с симпатикотоническим типом регуляции с нарушением процессов реполяризации и неизменной ЭКГ

Группы спортсменов	Среднеквадратическое отклонение длительности кардиоинтервалов – SDNN (мс)
Спортсмены с НПП (n=15)	29,99 ± 1,64 *
Спортсмены с неизменной ЭКГ (n=25)	35,15 ± 0,64

\* - различия достоверны ( $p < 0,05$ ) – по сравнению со II группой спортсменов (с неизменной ЭКГ)

Для оценки зависимости между показателями вариабельности сердечного ритма и уровнем физической работоспособности было проведено сравнение спортсменов с преобладанием симпатической регуляции с нормальной ЭКГ и с нарушением процессов реполяризации. В таблице 9. приводятся данные физической работоспособности сравниваемых групп спортсменов.

Таблица 9.

Показатели физической работоспособности спортсменов с преобладанием симпатической регуляции

Группы спортсменов	PWC <sub>170</sub>	МПК
Спортсмены с НПП (n=15)	19,43 ± 1,29 *	54,31 ± 2,18 *
Спортсмены с неизменной ЭКГ (n=25)	23,02 ± 1,52	59,45 ± 1,86

\* - различия достоверны ( $p < 0,05$ ) – по сравнению со II группой спортсменов (с неизменной ЭКГ)

Достоверно более низкие показатели PWC<sub>170</sub> и МПК определялись у спортсменов с ЭКГ признаками перенапряжения ССС, что вполне объяснимо и связано с более выраженным приростом ЧСС при проведении нагрузочного тестирования.

При сравнении других показателей вариабельности ритма сердца у спортсменов с нарушением процессов реполяризации были выявлены достоверно более высокие показатели стресс-индекса ( $257,09 \pm 17,4$ ) по сравнению со спортсменами с неизменной ЭКГ ( $128,77 \pm 23,6$ ) –  $p < 0,05$ . Причем при показателе стресс-индекса выше 150 у.е. нарушения процессов реполяризации выявлялись на ЭКГ в 100% случаев.

Наиболее чувствительными показателями частотного анализа были общая мощность спектра и его “очень” низко частотная составляющая. Было выявлено, что для спортсменов с изменением конечной части желудочкового комплекса на ЭКГ характерно уменьшение общего спектра колебаний. У 73,3% спортсменов

суммарная мощность спектра составила менее 500 мс<sup>2</sup> (средний показатель по группе 354,925 ± 67,2). У спортсменов контрольной группы в большинстве случаев суммарная мощность спектра составляла более 1000 мс<sup>2</sup> (средний показатель по группе 1079,8 ± 136,4) –  $p < 0,05$ , только у 4-х из 25 спортсменов этой группы отмечалось снижение показателя общего спектра колебаний до 717,2-818,8 мс<sup>2</sup>.

При оценке мощности “очень” низкочастотной составляющей спектра колебаний, отражающей уровень вегетативного управления процессами метаболизма, обращало на себя внимание резкое снижение данного показателя у спортсменов с нарушением процессов реполяризации (79,05 ± 9,4) –  $p < 0,05$  по сравнению со спортсменами с нормальной ЭКГ (214,5 ± 17,7). Данная динамика, вероятно, свидетельствует об энергодефицитных состояниях спортсменов с признаками перенапряжения ССС.

Подобная сравнительная оценка была проведена и между спортсменами с преобладанием парасимпатической регуляции.

Несколько неожиданно было выявлено снижение показателя  $PWC_{170}$  у спортсменов с преобладанием парасимпатической регуляции с измененной конечной частью желудочкового комплекса. Однако при более детальном анализе результатов нагрузочного тестирования, было отмечено, что более низкие показатели  $PWC_{170}$  объясняются резким приростом ЧСС на третьей ступени нагрузки. В связи с этим была проведена сравнительная оценка, не только по показателю  $PWC_{170}$ , но и по показателю  $PWC_{150}$ , что отражено в таблице 10.

Таблица 10.

Показатели физической работоспособности спортсменов с преобладанием парасимпатической регуляции

Группы спортсменов	$PWC_{170}$	$PWC_{150}$
Спортсмены с НПР (n=4)	18,41 ± 1,7 *	23,28 ± 1,9
Спортсмены с неизменной ЭКГ (n=14)	23,78 ± 2,1	24,79 ± 2,2

\* - различия достоверны ( $p < 0,05$ ) - по сравнению со II группой спортсменов (с неизменной ЭКГ)

Таким образом, снижение показателей физической работоспособности выявлено только по показателю  $PWC_{170}$ , достоверных различий по показателю  $PWC_{150}$  в данных группах спортсменов не выявлено, что, вероятно, свидетельствует о снижении порога аэробно-анаэробного обмена.

При сравнении показателей временно́го анализа обращали на себя внимание крайне низкие значения индекса напряжения регуляторных систем. У 3-х из 4-х спортсменов было выявлено снижение SI менее 20 у.е., что свидетельствует о резком преобладании автономной регуляции сердечного ритма. На ЭКГ у этих спортсменов помимо изменения конечной части желудочкового комплекса выявлены замещающие ритмы (атрио-вентрикулярная диссоциация, идиовентрикулярный

ритм с урежением ЧСС до 34-38/мин.), у 2-х спортсменов при холтеровском мониторинговании зарегистрированы паузы ритма 2,8-3,2 сек. У спортсменов с неизменной ЭКГ средние показатели стресс-индекса составили  $37,8 \pm 4,1$  у.е.

При сравнении показателей частотного спектрального анализа в обеих группах спортсменов отмечалось увеличение общей мощности спектра, однако более выраженное в группе спортсменов с нарушением процессов реполяризации ( $10648,70 \pm 583,2$  мс<sup>2</sup>) по сравнению со спортсменами с неизменной ЭКГ ( $6639,6 \pm 784,5$  мс<sup>2</sup>) –  $p < 0,05$ .

Психологическое обследование проводилось с помощью методики многофакторного исследования личности («16 личностных факторов» - русский вариант «16-PF» Р. Кэттелла).

Усредненный профиль личности спортсменов с нарушением процессов реполяризации по данным методики 16 «PF» (представленный на рисунке 6) отличался от личности спортсменов с неизменной ЭКГ достоверно более низкими показателями по шкалам С – эмоциональная устойчивость ( $6,6 \pm 0,26$  и  $5,1 \pm 0,33$ ,  $p < 0,001$ ), М – творческое воображение ( $6,1 \pm 0,43$  и  $4,9 \pm 0,43$ ,  $p < 0,05$ ), Q3 – высокий волевой контроль поведения ( $6,5 \pm 0,29$  и  $4,9 \pm 0,41$ ,  $p < 0,01$ ), и более высокими показателями по шкалам I – доверчивость ( $4,2 \pm 0,31$  и  $5,5 \pm 0,38$ ,  $p < 0,01$ ), O – тревожность ( $4,3 \pm 0,34$  и  $6,6 \pm 0,31$ ,  $p < 0,01$ ) и Q4 – напряженность ( $4,9 \pm 0,32$  и  $6,3 \pm 0,30$  стэнов соответственно,  $p < 0,01$ ).

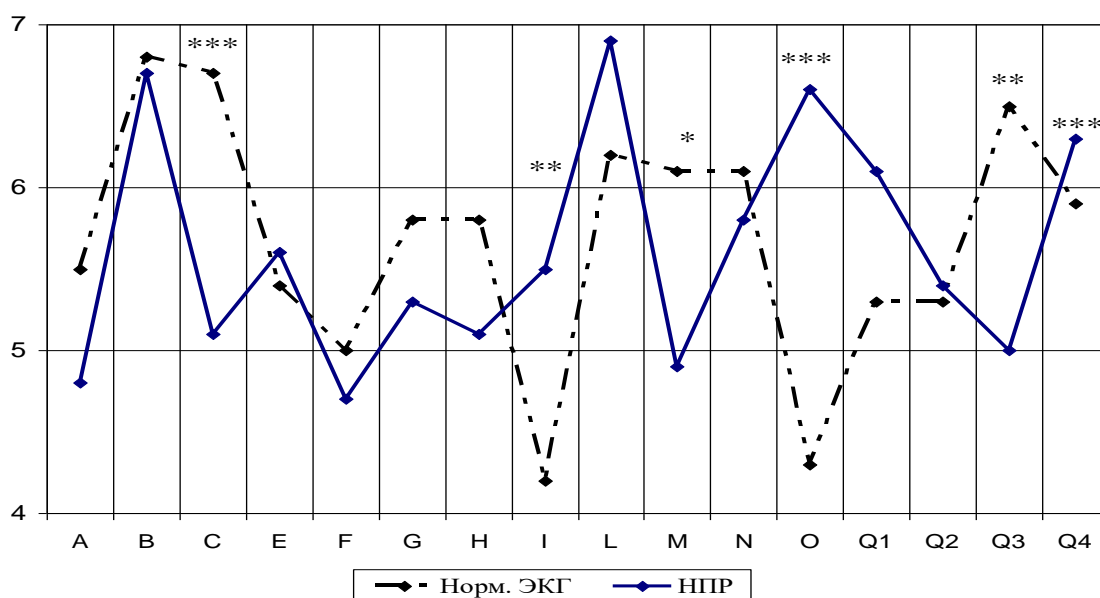


Рис. 6. Усредненный профиль личности спортсменов с нарушением процессов реполяризации и с неизменной ЭКГ (достоверность различий между группами: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Как указывалось выше, в план обследования спортсменов с прогностическими факторами риска перенапряжения ССС входили также лабораторные исследования, включающие оценку ряда гормональных показателей (уровень тестостерона и кортизола) и кардиоспецифичного белка Тропонина I. В таблице 11 приводятся результаты гормональных исследований в обследованных группах спортсменов.

Таблица 11

Показатели уровня гормонов в группах спортсменов с нарушением процессов реполяризации и с неизменной ЭКГ

Группы спортсменов	Тестостерон (нМоль/л)	Кортизол (нМоль/л)	Тестостерон/Кортизол
НПР (n=26)	13,48 ± 1,64 *	459,75 ± 23,11 *	3,325 ± 0,56 *
Норм. ЭКГ (n=104)	25,76 ± 0,87	347,5 ± 7,3	7,69 ± 0,29

\* - различия достоверны ( $p < 0,05$ ) - по сравнению со II группой спортсменов (с неизменной ЭКГ)

Спортсмены с нарушением процессов реполяризации на ЭКГ характеризовались достоверно более низкими показателями тестостерона в сыворотке крови ( $13,48 \pm 1,64$  – у спортсменов с НПР,  $25,76 \pm 0,87$  – у спортсменов с нормальной ЭКГ), что, вероятно, отражает преобладание катаболических процессов. Кроме того, у спортсменов с признаками перенапряжения ССС было выявлено достоверное снижение индекса напряжения (соотношение тестостерон/кортизол), причем более достоверное в группе спортсменов с симпатической формой перенапряжения.

Исследование уровня тропонина I проводилось до и после нагрузочного тестирования. В исходных показателях (до физической нагрузки) величина тропонина сыворотки крови, как в контрольной, так и в экспериментальной группах, составила 0,004 нг/мл. На фоне выполнения теста с субмаксимальной нагрузкой в контрольной группе значимого повышения концентрации тропонина выявлено не было, тогда, как в группе с нарушением процессов реполяризации отмечено достоверное повышение уровня тропонина I до 0,15 нг/мл ( $p < 0,01$ ), что возможно свидетельствует о микроповреждении миокардиальной ткани.

Как показали результаты нашего исследования, увеличение концентрации тропонина (более 0,1 нг/мл) после выполнения субмаксимальной физической нагрузки (на велоэргометре) у спортсменов коррелирует как с наличием нарушений процессов реполяризации ( $r = 0,41$ ), так и с отрицательной динамикой зубцов Т в ответ на орто-пробу ( $r = 0,33$ ).

## Результаты клинико-функционального обследования спортсменов с нарушениями ритма сердца

Спортсменам с выявленными на исходной ЭКГ изменениями в виде нарушений процессов реполяризации, а также с extrasистолическими нарушениями ритма сердца и атрио-вентрикулярной блокадой было проведено суточное мониторирование ЭКГ. Всего данное исследование было проведено 224 спортсменам, по результатам которого эктопические нарушения ритма сердца были выявлены у 83 человек (37,05%): в 44,58% случаев (37 спортсменов) была выявлена Наджелудочковая extrasистолия, в 30,12% (25 спортсменов) - Желудочковая extrasистолия, в 25,3% (21 спортсмен) - сочетание Наджелудочковой и Желудочковой extrasистолии. 141 спортсмен, у которых нарушений ритма сердца выявлено не было, составили контрольную группу.

У всех спортсменов с желудочковыми нарушениями ритма сердца проводилась оценка поздних потенциалов желудочков (ППЖ) – по данным суточного мониторирования ЭКГ. Анализ результатов оценки ППЖ не выявил повышения индуцированной активности желудочков сердца. Ни у одного из спортсменов не было выявлено 2-х критериев ППЖ. Однако, у двоих спортсменов с частыми Желудочковыми extrasистолами (II класс по Lown, B.) было выявлено по 1 критерию ППЖ.

Как показывает ряд исследований, скрытая кардиальная патология может быть причиной развития жизнеугрожающих нарушений ритма. Таким образом, у спортсменов с частыми Желудочковыми нарушениями ритма сердца целесообразно проводить анализ ППЖ.

При оценке уровня физической работоспособности было выявлено достоверное снижение показателей  $PWC_{170}$  и МПК у спортсменов с extrasистолическими нарушениями ритма сердца (таблица 12.)

Таблица 12.

Показатели физической работоспособности и аэробной производительности у спортсменов с нарушениями ритма сердца и без нарушений ритма сердца

Показатели физической работоспособности	Спортсмены с нарушениями ритма сердца (n=83)	Спортсмены без нарушений ритма сердца (n=141)
$PWC_{170}$ (кгм/мин/кг)	17,65 ± 0,38*	21,08 ± 0,54*
МПК (мл/мин/кг)	46,76 ± 1,42*	58,41 ± 0,87*

\* различия достоверны,  $p < 0,05$  – по сравнению со спортсменами без нарушений ритма сердца

Причем, показатели физической работоспособности и аэробной производительности, были снижены как в целом у спортсменов с аритмиями, так и в отдельных подгруппах (предсердная, желудочковая экстрасистолия и их сочетание) (таблица 13.).

Таблица 13.

Показатели физической работоспособности и аэробной производительности у спортсменов с различными видами нарушений сердечного ритма

Показатели физической работоспособности	Группы спортсменов			
	Спортсмены с Наджелудочковой экстрасистолией (n=37)	Спортсмены с Желудочковой экстрасистолией (n=25)	Спортсмены с сочетанием Наджелудочковой и Желудочковой экстрасистолии (n=21)	Спортсмены без нарушений ритма сердца (n=141)
PWC <sub>170</sub> (кгм/мин/кг)	17,83 ± 0,65*	16,24 ± 0,53*	17,34 ± 0,76*	21,08 ± 0,54
МПК (мл/мин/кг)	48,64 ± 1,72*	46,37 ± 1,45*	47,33 ± 1,74*	58,41 ± 0,87

\* различия достоверны,  $p < 0,05$  – по сравнению со спортсменами без нарушений ритма сердца

Кроме снижения уровня физической работоспособности, спортсмены с нарушениями и без нарушений ритма сердца несколько отличались по морфометрическим показателям сердца.

У спортсменов контрольной группы (без нарушений ритма сердца), показатели морфометрии сердца (по данным Эхо-КГ) полностью отражают направленность тренировочного процесса. Максимальные объемные показатели (конечный диастолический объем – КДО) были зарегистрированы у представителей циклических видов спорта, в тренировочном процессе которых преобладают длительные динамические нагрузки, максимальные значения массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) и индекса ММЛЖ (иММЛЖ) – у представителей спортивных единоборств, чья спортивная деятельность характеризуется преобладанием статических нагрузок. Данная закономерность прослеживалась и у спортсменов с нарушениями ритма сердца, однако, отличия между спортсменами различных специализаций были менее значимыми. Более того, у представителей всех видов спорта была выявлена тенденция к уменьшению объема левого желудочка, несколько более низкие показатели толщин стенок миокарда, и



соответственно более низкие значения массы миокарда левого желудочка, причем у представителей спортивных единоборств различия были достоверны.

Достоверные же различия в морфометрических показателях сердца были выявлены только в группе спортсменов с частой желудочковой экстрасистолией (более 3.000 желудочковых экстрасистол в сутки), которая была зарегистрирована у 7 спортсменов (5 – представители игровых видов спорта, 2 – представители циклических видов спорта). Все спортсмены характеризовались достоверно большими значениями конечного диастолического размера ( $5,99 \pm 0,76$  см) и, соответственно, конечного диастолического объема (до 175 мл). Причем у 4 спортсменов было зарегистрировано увеличение КДР более 6 см.

Была выявлена достоверная корреляция между размерами полости левого желудочка не только с количеством желудочковых нарушений ритма ( $r=0,74$ ), но также и с увеличением объема тренировочной нагрузки ( $r=0,83$ ).

Дополнительными факторами, влияющими на морфометрические показатели левого желудочка и снижающими уровень физической работоспособности, были нарушения процессов реполяризации, которые были выявлены у спортсменов с нарушениями ритма в 35,3% случаев.

Кроме того, у ряда спортсменов с желудочковой экстрасистолией было выявлено удлинение электрической систолы желудочков (интервала Q-T) на фоне увеличения количества экстрасистол – максимальное увеличение Q-Tс до 0,60”.

### **Результаты клинико-функционального обследования спортсменов с повышенным уровнем артериального давления**

Среди спортсменов, в тренировочном режиме которых значительная часть нагрузок направлена на развитие скоростно-силовых качеств, возрастает риск развития такой формы перенапряжения ССС, как артериальная гипертония. Ряд специалистов рассматривают повышение уровня АД как фактор риска ремоделирования «спортивного сердца».

Среди обследованных нами спортсменов повышение уровня артериального давления встречалось в единичных случаях. Измерение АД проводилось по стандартной методике, рекомендованной ВНОК в покое в положении пациента сидя с манжетой, наложенной на левое плечо на уровне сердца. В таблице 14. приводится частота выявления оптимального, нормального, высокого нормального и повышенного уровней артериального давления у спортсменов различных специализаций.

Наибольшая распространенность данной патологии была выявлена у представителей академической гребли: в 8,51% случаев зарегистрировано

повышение АД до уровня артериальной гипертензии I степени, у 25,53% спортсменов – показатели АД соответствовали уровню высокого нормального АД.

По результатам измерения АД в покое в соответствии с современной классификацией ВОЗ уровней артериального давления спортсмены-ребцы были поделены на 2 группы: I группа - спортсмены с высоким нормальным давлением и АД, соответствующим артериальной гипертензии I степени (16 человек: 9 мужчин, 7 женщин), II группа - спортсмены с нормальным и оптимальным АД (31 человек: 17 мужчин, 14 женщин).

Таблица 14.

## Распределение спортсменов по уровню артериального давления

№ п/п	Вид спорта	Оптимальное АД	Нормальное АД	Высокое нормальное АД	Артериальная гипертензия I ст.
1.	Легкая атлетика (n=59)	28 (47,46%)	24 (40,68%)	5 (8,47%)	2 (3,39%)
2.	Велоспорт (n=21)	6 (28,57%)	10 (47,61%)	4 (19,05%)	1 (4,76%)
3.	Плавание (n=50)	26 (52%)	19 (38%)	4 (8%)	1 (2%)
4.	Гребля (n=47)	13 (27,66%)	18 (38,30%)	<b>12 (25,53%)</b>	<b>4 (8,51%)</b>
5.	Футбол (n=90)	24 (26,67%)	48 (53,33%)	14 (15,55%)	4 (4,44%)
6.	Волейбол (n=39)	15 (38,46%)	21 (53,85%)	3 (7,7%)	-
7.	Баскетбол (n=60)	19 (31,67%)	35 (58,33%)	4 (6,67%)	2 (3,33%)
8.	Борьба (греко-римская, вольная) (n=41)	12 (29,27%)	19 (46,34%)	7 (17,07%)	3 (7,31%)
9.	Бокс (n=63)	9 (14,29%)	43 (68,25%)	7 (11,11%)	4 (6,35%)
10.	Стрельба (n=89)	52 (58,43%)	29 (32,58%)	5 (5,62%)	3 (3,37%)

Наряду с электрокардиографическим исследованием (в положении лежа и в ортостазе), Эхо-КГ, велоэргометрической пробой PWC<sub>170</sub>, спортсменам – представителям гребного вида спорта было проведено тестирование на гребном тренажере <Сонсерт2> для оценки специальной работоспособности.

Если по электрофизиологическим показателям существенной разницы между группами выявлено не было, то при оценке морфометрических параметров сердца у

спортсменов I группы были зарегистрированы большие значения полостей левых отделов сердца (левого предсердия и левого желудочка), а также массы миокарда левого желудочка (как абсолютной, так и относительной) что отражено в таблице 15.

Следует отметить, что у спортсменов I группы выявлен очень низкий коэффициент корреляции между уровнем общей физической работоспособности и показателями ММЛЖ ( $r = 0,108$ ), что ставит под сомнение физиологический характер увеличения массы сердца у спортсменов с повышенным уровнем АД. Во II группе (у спортсменов с нормальными показателями АД) коэффициент корреляции составил 0,461.

Таблица 15.

Морфометрические показатели сердца у спортсменов  
с повышенным и нормальным АД

Морфометрические показатели сердца (по данным Эхо-КГ)	I группа (n=16)	II группа (n=31)
Размер левого предсердия (см)	$3,27 \pm 0,037^*$	$3,07 \pm 0,045$
Конечный диастолический размер левого желудочка (см)	$5,32 \pm 0,08^*$	$5,07 \pm 0,11$
Масса миокарда левого желудочка (г)	$236,099 + 10,85^*$	$188,078 + 9,01$
Индекс массы миокарда левого желудочка	$108,141 + 4,13^*$	$91,28 + 4,31$

\* различия достоверны,  $p < 0,05$  – по сравнению со спортсменами с нормальным АД

Несмотря на то, что повышение АД касалось преимущественно систолического АД, спортсмены I группы характеризовались достоверно более высокими значениями внутримиокардиального напряжения (миокардиального стресса), отражающего постнагрузку на сердце –  $134,24 \pm 4,2$ ; у спортсменов II группы этот показатель составил  $116,51 \pm 2,82$ . Данные отличия могут свидетельствовать о ранних признаках патологического ремоделирования миокарда у спортсменов с гипертонической формой перенапряжения ССС.

Интересные данные получены при сопоставлении показателей общей и специальной работоспособности. По показателю  $PWC_{170}$ , отражающему уровень общей работоспособности, в исследованных группах спортсменов достоверных различий выявлено не было ( $19,34 \pm 0,36$  кгм/мин/кг – в I группе;  $20,28 \pm 0,39$  кгм/мин/кг – во II группе – среди мужчин;  $17,93 \pm 0,11$  кгм/мин/кг – в I группе,  $18,46 \pm 0,33$  кгм/мин/кг – во II группе – среди женщин).

Однако, при оценке показателей специальной работоспособности выявлены принципиальные отличия между группами спортсменов. Тестирование на гребном тренажере <Concept2> проводилось двукратно, каждая из нагрузочных проб состояла из 3-х серий, имитирующих стартовый разгон, 10 максимальных гребков и

удержание 55% максимальной мощности. Проводилось сопоставление показателей двойного произведения (ДП) до нагрузочного тестирования, на фоне I и II нагрузок, а также динамика показателей мощности в первом и втором нагрузочных тестах. Показатели двойного произведения сравниваемых групп спортсменов приведены в таблице 16.

Если по показателю двойного произведения, определенного в покое различия между группами были не достоверны, то на фоне нагрузочного тестирования (особенно после выполнения второй серии нагрузок) более высокие показатели ДП определялись у спортсменов с высоким нормальным и повышенным АД, что говорит о менее экономичном функционировании ССС и худшей адаптации к скоростно-силовым нагрузкам у спортсменов с данной формой перенапряжения.

Таблица 16.

Показатели двойного произведения до и после тестирования на гребном тренажере <Concept2>

Группы спортсменов	Показатель двойного произведения		
	исходный	после I нагрузки	после II нагрузки
Группа I (n=16)	87,23 + 1,8	285,48 + 4,3*	303,12 + 4,9*
Группа II (n=31)	76,12 + 2,4	244,75 + 5,1	258,12 + 5,8

\* различия достоверны,  $p < 0,05$  – по сравнению со спортсменами с нормальным АД

Кроме того, у большинства спортсменов (81,25%) основной исследуемой группы отмечалось снижение мощности нагрузок во второй серии тестирования, у спортсменов контрольной группы снижение мощности во второй серии нагрузок отмечено только у 16,13%.

Полученные данные позволили сформулировать особенности морфо-функционального статуса спортсменов с повышенным уровнем артериального давления, данные которого свидетельствуют о менее экономичной сердечной деятельности, преимущественно на фоне физической нагрузки, а также о возможных факторах риска развития патологического ремоделирования миокарда левого желудочка.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволили не только оценить особенности данных клинико-функционального, психологического, лабораторного обследования и показателей общей и специальной работоспособности спортсменов с различными формами перенапряжения сердечно-сосудистой системы (ССС), но также и сформулировать алгоритм наблюдения за атлетами, разработать подходы к ранней диагностике, профилактике факторов риска перенапряжения ССС у спортсменов и рекомендации по оптимизации тренировочного процесса.

Перспективным направлением продолжения данного исследования может являться обследование спортсменов с применением дополнительных современных технологий в виде анализа микроальтернации зубца Т, оценки дисперсии сегмента Q-T, турбулентности сердечного ритма с целью своевременного выявления ранних признаков перенапряжения сердечно-сосудистой системы, электрофизиологического ремоделирования миокарда, а также прогнозирования риска развития злокачественных сердечно-сосудистых осложнений.

## ВЫВОДЫ

1. На основании углубленного медицинского обследования 559 спортсменов различных видов спорта было выявлено, что перенапряжение сердечно-сосудистой системы в виде нарушений процессов реполяризации выявляются в 16,28% случаев: у представителей циклических видов спорта – в 19,77%; у атлетов игровых видов спорта – в 16,49%, у представителей спортивных единоборств - в 14,42% и у представителей стрелковых видов спорта – в 15,73% случаев.
2. У спортсменов с нарушениями процессов реполяризации достоверно чаще выявляются патологические изменения ЭКГ (от 2,2 до 18,68% в зависимости от вида патологии) по сравнению со спортсменами с неизменной конечной частью желудочкового комплекса (от 1,5 до 2,56%), при этом наиболее часто, в 18,68% случаев отмечается удлинение электрической систолы желудочков. Усугубление нарушений процессов реполяризации на фоне физической нагрузки сопровождается еще более выраженным удлинением интервала Q-T (до 0,50"), что можно расценивать как признак электрофизиологического ремоделирования миокарда.
3. Нарушения процессов реполяризации у спортсменов в 57,69% случаев сопровождаются признаками вегетативной дисфункции в виде выраженного преобладания симпатикотонии, что выражается в достоверно значимом снижении показателя среднеквадратического отклонения длительности кардиоинтервалов, повышении показателя напряженности регуляторных систем (при  $SI > 150$  усл. ед. в 100% случаев), а также снижением мощности общего спектра колебаний и его очень низкочастотной составляющей, что свидетельствует об энергодефицитном состоянии спортсменов; в 15,38% случаев вегетативная дисфункция проявляется выраженным преобладанием парасимпатикотонии, что выражается в достоверно значимом снижении показателя среднеквадратического отклонения длительности кардиоинтервалов, а также снижении показателя стресс-индекса и общей мощности спектра колебаний. Для спортсменов с симпатической и с парасимпатической формами перенапряжения сердечно-сосудистой системы характерно снижение уровня общей физической работоспособности – от 2,2 до 13,5%.
4. Особенности психологического профиля у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы являются: снижение эмоциональной устойчивости,

творческого воображения, повышение тревожности, доверчивости и напряженности.

5. Нарушения процессов реполяризации у спортсменов сопровождаются повышением уровня кортизола на 32,3% и снижением уровня тестостерона на 52,33% по сравнению со спортсменами с неизменной ЭКГ, что свидетельствует о преобладании катаболических процессов; в ответ на выполнение субмаксимальной физической нагрузки у спортсменов с нарушением процессов реполяризации отмечено достоверно значимое повышение уровня кардиоспецифичного белка Тропонина I, что может указывать на микроповреждение миокарда.

6. Эктопические нарушения ритма в виде желудочковой и наджелудочковой экстрасистолии у спортсменов с признаками хронического перенапряжения сердечно-сосудистой системы выявляются в 21,98%, у спортсменов с неизменной ЭКГ – в 5,98% случаев ( $p < 0,05$ ) и сопровождаются снижением показателей физической работоспособности на 19,43% и аэробной производительности на 12,49%.

7. У спортсменов, в тренировочном процессе которых преобладают статические нагрузки (представители академической гребли, греко-римской и вольной борьбы, бокса) артериальная гипертония I степени выявляется в 6,35% - 8,51% случаев, что существенно превышает частоту выявления повышенного уровня артериального давления у спортсменов циклических видов спорта (2,0% - 4,76%), стрелкового (3,37%) и игровых видов спорта (3,33% - 4,76%). Спортсмены-гребцы с повышенным уровнем артериального давления характеризуются менее экономичными показателями сердечной деятельности в покое и при физической нагрузке, а также увеличенными показателями морфологии сердца (размеры левого предсердия, левого желудочка, масса миокарда левого желудочка) и внутримиокардиального напряжения, что можно расценивать как начальные признаки ремоделирования ЛЖ.

8. Прогностическими факторами риска перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов являются циклические виды спорта, мужской пол, увеличение объема тренировочной нагрузки (более 24 ч/нед.) и молодой возраст спортсменов (17-18 лет). Факторами, лимитирующими физическую работоспособность спортсменов, являются нарушения процессов реполяризации, эктопические нарушения ритма сердца, повышение уровня артериального давления.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. С целью своевременного выявления ранних признаков переутомления и перенапряжения у спортсменов в рамках проведения текущего и этапного контроля необходима динамическая оценка показателей variability сердечного ритма и психологического статуса. Более частый и углубленный анализ результатов

клинико-функционального состояния (в зависимости от этапа спортивной подготовки) показан спортсменам с прогностическими факторами риска перенапряжения сердечно-сосудистой системы – представителям циклических видов спорта, юным атлетам (моложе 18 лет), а также спортсменам с увеличением объема тренировочных нагрузок (более 24 ч/нед.).

2. Спортсменам с вегетативными и психо-эмоциональными признаками переутомлениями рекомендована коррекция тренировочных нагрузок – уменьшение продолжительности и интенсивности нагрузок, уменьшение доли анаэробных нагрузок.

3. С целью выявления дополнительных факторов риска, лимитирующих физическую работоспособность, спортсменам с нарушениями ритма сердца необходима динамическая оценка не только электрокардиографических, а также и электрофизиологических показателей – длительности электрической систолы желудочков, оценка поздних потенциалов желудочков и данных морфометрии сердца.

4. Спортсменам с повышенным уровнем артериального давления (включая высокое нормальное АД) показан динамический контроль как за уровнем АД (в т.ч. в рамках оперативного контроля), так и за уровнем общей и специальной физической работоспособности, а также морфометрических показателей сердца для своевременного выявления поражения органов-мишеней и коррекции тренировочного процесса (ограничение статических нагрузок, увеличение доли аэробных нагрузок).

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.** Кардиальные факторы, лимитирующие физическую работоспособность спортсменов // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина» № 7 (67), июль 2009 г. с.22-26.
2. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Колбая Л.И. Обоснование целесообразности применения ALFA-OXY-SPA капсулы в программах реабилитации спортсменов с симптомами перетренированности и хронического физического перенапряжения // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина» № 9 (69), сентябрь 2009 г.с. 21-28.
3. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.** Перенапряжение спортивного сердца. // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина» № 12 (72), декабрь 2009 г.с.26-33.
4. Леонова Н.М., Коковина Г.Г., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.** Показатели здоровья и морфофункционального состояния сердца юных пловцов с малыми

- аномалиями развития сердца. // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина» № 4 (76), апрель 2010 г. с.25-29
5. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Золичева С.Ю., Рожанец Р.В., Белоусова О.М., Серебрякова Р.В., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Борисова Ю.А., Мацуева М.А., Орел В.Р., Полякова О.Н., Новиков А.А., Ухлина Е.В., Никулин Б.А. Алгоритм кардиологического обследования и подходы к вторичной профилактике хронического перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов // Научно-практическая конференция «Медико-биологическое обеспечение подготовки квалифицированных спортсменов», Москва, 27 мая 2010 г.
  6. Золичева С.Ю., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Камаев К.А., Колбая Л.И. Морфо-функциональные отличия юных гребцов с повышенным уровнем артериального давления. // Журнал «Физиология человека», июль-август, том 36, № 4, 2010 г.
  7. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Золичева С.Ю., Рожанец Р.В., Белоусова О.М., Серебрякова Р.В., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Борисова Ю.А., Мацуева М.А., Орел В.Р., Полякова О.Н., Новиков А.А., Ухлина Е.В., Никулин Б.А. Принципы кардиологического обследования и профилактика хронического перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов. // Научно-практическая конференция «Спортивная медицина. Современное состояние, проблемы и перспективы развития. Сочи 2010», г. Сочи, 17-19 июня 2010 г. С.143-144.
  8. Спицин В.А., Блеер А.Н., Мартиросов Э.Г., Смоленский А.В., Макаров С.В., Хуснутдинова Э.К., Камаев К.А., **Михайлова А.В.** Носительство определенных генотипов APO и 5HTTLPR, как предрасполагающий фактор к достижению высоких результатов // Журнал «Терапевт», № 7/2010 г. С. 38-94.
  9. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Никулин Б.А., Ухлина Е.В. Кардиальные тропонины и нарушение реполяризации у спортсменов // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина» № 9 (81), сентябрь 2010 г.
  10. Рожанец Р.В., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Новиков А.А., Золотарев И.Б. Прогноз успешности соревновательной деятельности: индивидуально-личностный подход // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина» № 11 (83), ноябрь 2010 г. // Стр. 22-25.
  11. **Михайлова А.В.** Нарушения ритма сердца, как фактор, лимитирующий физическую работоспособность спортсменов // Журнал «Терапевт», 2010 г. № 12, Стр. 21-25.
  12. Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Ярцева Л.А., **Михайлова А.В.** Гипоксическое прекондиционирование и восстановление функционального состояния



- спортсменов с синдромом хронической перетренированности // Журнал «Терапевт», 2010 г. № 12, Стр. 40-45.
13. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Никулин Б.А., Ухлина Е.В. Динамика уровня тропонина I у спортсменов с нарушением процессов реполяризации. // Журнал «Терапевт», 2011 г. № 3, Стр. 25-28.
14. Смоленский А.В., Леонова Н.М., Коковина Г.Г., **Михайлова А.В.** Повышение дисперсии QT у юных спортсменов // Всероссийская научно- практическая конференция «Спортивная кардиология», 18-19 мая 2011 г., Стр. 65-67.
15. Новиков А.А., Давыдов А.С., Золотарев И.Б., **Михайлова А.В.** Вегетативный статус юниоров, представителей видов спорта с низкой статической и динамической нагрузкой // Всероссийская научно- практическая конференция «Спортивная кардиология», 18-19 мая 2011 г., Стр. 84-86.
16. A.V. Smolensky, N.M. Leonova, G.G. Kokovina, **Mikhailova A.V.** Morpho-functional heart peculiarities of young swimmers with small anomalies of heart evolution // Internationaler Kongress and Fachmesse, Moderne Aspekte der Prophylaxe, Behandlung und Rehabilitation, Euro Medica, Hannover, 23-24 mai 2011 p.148.
17. Новиков А.А., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Давыдов А.С. Использование анализа variability ритма сердца для контроля подготовки спортсменов стрелковых видов спорта // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Выпуск 1. – С. 97-103.
18. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Борисова Ю.А., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Татарина А.Ю. Особенности физиологического ремоделирования спортивного сердца (статья) // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина». – 2012. - № 6. - С. 9-15.
19. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Любина Б.Г., Белоцерковский З.Б., Новиков А.А., Татарина А.Ю. Подходы к фармакологической коррекции процессов восстановления спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина». – 2012. - № 5. - С. 23-26.
20. Smolensky A.V., **Mikhailova A.V.**, Borisova Ya.A., Belotserkovsky Z.B., Lubina B.G., Tatarinova A.Ya. Physiological Remodelling of Athlete's Heart' // International Multidisciplinary Journal European Researcher. –2012. – V 23. - № 6. – P. 935-942.
21. **Михайлова А.В.** Клинико-функциональная характеристика спортсменов с нарушением процессов реполяризации // Инновационное развитие спортивной медицины и реабилитации в России: отечественные тенденции и мировой опыт: мат. II Международного партнеринг-форума «Life Sciences Invest. Partnering Russia». – 29-30 ноября 2012. – г. Санкт-Петербург.

22. **Михайлова А.В.** Клинико-функциональная характеристика спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Сборник материалов Международной научно-практической конференции "Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам" Казань 29-30 ноября 2012 г. с.42-44.
23. **Михайлова А.В.**, Калинин В.Н., Смоленский А.В. Жизнеопасные нарушения ритма сердца у спортсмена (клиническое наблюдение) // Журнал «Терапевт». – 2013. - № 3. - С. 8-11.
24. **Михайлова А.В.** Нарушения сердечного ритма у спортсменов с дисплазией соединительной ткани сердца // Журнал «Терапевт». – 2013. - №4. – С.21-25.
25. Татарина А.Ю., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Белоцерковский З.Б. Морфометрические особенности и сравнительная оценка диастолической функции у спортсменов с разной массой миокарда левого желудочка // Научно-практический журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина». – 2013. - №10. – С.9-15.
26. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Золичева С.Ю. Особенности функционального статуса юных спортсменов с повышенным уровнем артериального давления // Журнал «Терапевт». – 2013. - №6. – С.57-61.
27. Татарина А.Ю., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.** Тканевая доплерография в оценке диастолической функции миокарда левого и правого желудочков у спортсменов // Журнал «Терапевт». – 2013. - № 9. - С.19-23.
28. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.** Подходы к профилактике переутомления и перенапряжения у спортсменов // Журнал «Терапевт». – 2013. - № 9. - С.40-45.
29. **Михайлова А.В.** Диагностические подходы к оценке вегетативного статуса у спортсменов с нарушением процессов реполяризации // Журнал «Терапевт». – 2014. - № 6. - С.40-45.
30. **Михайлова А.В.**, Тарасов А.В. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов: рекомендации по оптимизации тренировочного процесса // Журнал «Терапевт». – 2014. - № 12. - С.12-16.
31. Smolensky A., **Mikhailova A.**, Belichenko O., Tatarinova A., Miroshnikov A. Athletes Arterial Hypertension. The diagnosis and treatment // 25th European Meeting on Hypertension and Cardiovascular Protection. Milan, 2015, June 12-15. Abstract book, PP.30.25.
32. **Михайлова А.В.**, Смоленский А.В. Подходы к профилактике перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов // Cardio Соматика. Диагностика, лечение, реабилитация и профилактика. 2015. - Приложение №1, с.68-69.
33. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Беличенко О.И., Татарина А.Ю., Мирошников А.Б. Артериальная гипертония у спортсменов. Вопросы

- диагностики и подходы к лечению // Материалы IV Международного Форума кардиологов и терапевтов, 30 марта – 01 апреля 2015 г., Москва, С. 199.
34. **Михайлова А.В.** «Особенности вегетативного статуса спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы» - журнал «Вестник аритмологии» (приложение к материалам конгресса Cardioslim. Санкт-Петербург 18-20 февраля 2016 г.) с.204.
35. Орел В.Р., **Михайлова А.В.**, Гацунаев А.Н. «Сосудистая нагрузка спортсменов во время и после окончания мышечной работы» - Вестник новых медицинских технологий – 2016 – №2 .
36. Leonova N.M., **Mikhailova A.V.**, Smolensky A.V. «The changes in the dispersion of Q-T interval in young athletes» - European Journal of Preventive Cardiology (Abstract Book – EuroPrevent 2016) – vol.23, suppl. 1, p.15.
37. Орел В.Р., Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Беличенко О.И. «Сосудистые сопротивления у спортсменов при выполнении мышечной работы и после ее окончания» - журнал «Терапевт» – 2016. – № 5. с.19-24.
38. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Беличенко О.И., Татарина А.Ю., Мирошников А.Б. «Артериальная гипертония у спортсменов: вопросы диагностики и подходы к лечению» - журнал «Терапевт» – 2016. – № 5. с.28-37.
39. **Михайлова А.В.**, Смоленский А.В. «Особенности изменений ЭКГ у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы» - Материалы конгресса РОХМИНЭ (Сочи 27-28 апреля 2016 г.) – с.60-61.
40. **Михайлова А.В.**, Смоленский А.В. Ремоделирование миокарда у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Сборник тезисов 18 Конгресса РОХМиНЭ, 10 Всероссийского конгресса «Клиническая электрокардиология», III Всероссийской конференции детских кардиологов ФМБА России (26-27 апреля 2017 г.) – с.95.
41. **Михайлова А.В.**, Смоленский А.В. Ремоделирование миокарда у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Материалы VII Всероссийского съезда аритмологов (1-3 июня 2017 г.) – с. 355.
42. Смоленский А.В., **Михайлова А.В.**, Татарина А.Ю. Артериальная гипертония у спортсменов и ремоделирование спортивного сердца // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний, июнь 2017
43. **Михайлова А.В.**, Смоленский А.В. Алгоритм наблюдения за спортсменами с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Материалы III Международного конгресса «Физиотерапия, лечебная физкультура, реабилитация, спортивная медицина» (Москва, 23-24 октября 2017 г.) с. 96.
44. **Михайлова А.В.** Изменения ЭКГ у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Журнал Терапевт – 2017 - №11.

45. Смоленский А.В., Михайлова А.В., Беличенко О.И. «К вопросу о перенапряжении сердечно-сосудистой системы у спортсменов» – Журнал “Терапевт” № 3 (144) 2019, с. 29-36.
46. Михайлова А.В., Смоленский А.В. «Клинико-функциональная характеристика спортсменов с аритмической формой перенапряжения сердечно-сосудистой системы» – Российский кардиологический журнал, 2019; 24, дополнительный выпуск (апрель), с. 33.
47. Михайлова А.В. «Особенности функционального статуса спортсменов с повышенным уровнем артериального давления» – Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию кафедры спортивной медицины, с.122-126.
48. Михайлова А.В. Особенности показателей variability ритма сердца у спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы // Российский кардиологический журнал (перечень ВАК) – дополнительный выпуск (октябрь) 2020 г. с. 34.

**Монография:** А.В. Михайлова, А.В. Смоленский «Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов» М.: Спорт, 2019 – 122 с. (Библиотечка спортивного врача и психолога)

### Список сокращений

АГ	– артериальная гипертония
АД	– артериальное давление
ДАД	– диастолическое артериальное давление
ЗсЛЖ	– задняя стенка левого желудочка
иММЛЖ	– индекс массы миокарда левого желудочка
ИМТ	– индекс массы тела
КДО	– конечный диастолический объем
КДР	– конечный диастолический размер
КСО	– конечный диастолический объем
КСР	– конечный диастолический размер
ЛЖ	– левый желудочек
ЛФК	– лечебная физическая культура
МЖП	– межжелудочковая перегородка
ММЛЖ	– масса миокарда левого желудочка
МПК	– максимальное потребление кислорода
МСд	– миокардиальный стресс (диастолический)
НПР	– нарушения процессов реполяризации
ОТС	– относительная толщина стенки

ППЖ	– поздние потенциалы желудочков
ППТ	– площадь поверхности тела
САД	– систолическое артериальное давление
ССС	– сердечно-сосудистая система
СУ ЭКГ	– сигнал усредненная ЭКГ
ТЗсЛЖ	– толщина задней стенки левого желудочка
ЧСС	– частота сердечных сокращений
ЭКГ	– электрокардиограмма, электрокардиография
Эхо-КГ	– Эхо-кардиография
$f_{QRS}$	– ширина фильтрованного комплекса QRS
HF	– high frequency – волны высокой частоты
HFLA	– <i>High Frequency Low Amplitude Signal</i> – продолжительность высокочастотных низкоамплитудных сигналов
LF	– low frequency – волны низкой частоты
PWC	– Physical Working Capacity – физическая работоспособность
RMS	– <i>Root Mean Square</i> – <i>среднеквадратичное значение последних 40 мс комплекса QRS</i> , вычисленного по Vector Magnitude
SDNN	– среднее квадратическое отклонение длительности кардиоинтервалов
SI	– Stress-index – индекс напряжения регуляторных систем
TP	– суммарная мощность спектра
VLF	– very low frequency – мощность “очень” низкочастотной составляющей спектра