

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

***Н. И. Шлык***



# ***ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА (НА ПРИМЕРЕ БИАТЛОНА)***

Москва, 2021

## ШЛЫК Н. И.

Вариабельность сердечного ритма в тренировочном процессе спортсменов циклических видов спорта (на примере биатлона)

Пособие посвящено изучению и применению метода variability сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта (на примере биатлона) Дополнены сведения по применению данного метода новой классификацией оценки типов вегетативной регуляции. Рассматривается новый подход к оценке адаптационных реакций организма на ортостаз и тренировочные нагрузки спортсменов с разными типами регуляции. Приводятся нормативы показателей variability сердечного ритма с учетом диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) при разных типах вегетативной регуляции. Представлены результаты динамических исследований ВСП спортсменов с разными типами регуляции в разные периоды тренировочного процесса.

Предназначено для специалистов в области возрастной и спортивной физиологии, спортивной медицины, педиатров, тренеров, преподавателей физической культуры, спортсменов.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	1
1. Метод исследования variability сердечного ритма и методика анализа .....	12
1.1. Методика исследования variability сердечного ритма.....	12
1.2. Оценка показателей variability сердечного ритма.....	14
1.3. Основные показатели ВСР и их физиологическая интерпретация .....	14
2. Оценка преобладающих типов вегетативной регуляции и их характеристики по результатам анализа variability сердечного ритма .....	19
3. Ортостатическое тестирование при анализе variability сер- дечного ритма.....	32
4. Нормативы показателей ВСР у спортсменов с разными типа- ми регуляции с учетом значений MxDMn в тренировочном процессе (на примере биатлонистов .....	35
5. Практические рекомендации, основанные на проведении исследований ВСР у спортсменов циклических видов спорта .....	73
Список литературы .....	77
Приложение .....	81

## ВВЕДЕНИЕ

Уровень современных спортивных достижений и растущий список случаев внезапных смертей в спорте предъявляют высокие требования к профессиональному уровню специалистов, занимающихся подготовкой спортсменов. Не секрет, что из огромного количества в стране ДЮСШ и ШВСМ большинство спортсменов выходят «ветеранами спорта» с различными отклонениями в состоянии здоровья и в первую очередь со стороны сердечно-сосудистой системы. Это связано с тем, что тренеры, как правило, в основном ориентированы на составление рабочих планов тренировочного процесса и обязательного их выполнения, без учета индивидуальных особенностей и функциональной готовности организма спортсменов.

Сегодня крайне актуально внедрение действенных методов срочного контроля за функциональным состоянием тренирующегося спортсмена и выявлением первых признаков нарушения процессов восстановления, перетренированности и отклонений в состоянии здоровья. С этой точки зрения, контроль за тренировочным процессом с помощью анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) – перспективное, успешно развивающееся и как никогда актуальное направление физиологии, теории спорта и спортивной медицины. Внедрение в практику спорта этого метода ставит вопрос об определении диапазона нормы функционального состояния организма, первых признаках развития перетренированности и патологии у спортсменов. Функциональное состояние является изменчивым показателем здоровья. Оно изменяется при различных внешних воздействиях, физических и психоэмоциональных нагрузках, а также в течение суток. Анализ динамики функциональных состояний дает тренеру важную информацию о резервах организма, его адаптационных возможностях. Он позволяет прогнозировать смещение уровня здоровья спортсмена в сторону срыва адаптации и тем самым своевременно принимать необходимые средства восстановления. А также дает возможность определять эффективность этих средств, наблюдая за динамикой изменения функционального состояния. Один из основателей метода ВСР Баевский Р. М. в своих работах утверждал, что важно различать информативность большинства используемых исследователями показателей, характеризующих уровень функционирования организма и прежде всего системы кровообращения по ЧСС, артериальному давлению (АД), ударному объему (УО) и минутному объему крови (МОК), которые находятся под влиянием деятельности управляю-



щих механизмов. Для того, чтобы физические нагрузки были адекватны, индивидуальному функциональному состоянию организма спортсмена необходим динамический контроль именно за состоянием регуляторных механизмов. Невозможно дать истинную оценку функциональному состоянию и адаптационных возможностей организма без определения качества регуляции. Контроль, основанный только на оценке ЧСС и АД недостаточен, поскольку эти показатели мало вариабельны и будут свидетельствовать о патологических нарушениях на стадиях уже значительного снижения адаптационно-резервных возможностей и об образовании метаболического и пластического дефицита [2, 4].

Вариабельность показателей ВСР относится совершенно к иному классу показателей, которые отражают состояние регуляторных систем, и их изменение значительно превосходит вариативность показателей уровня функционирования сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АД, УО, МОК) [1].

К сожалению, при допуске лиц к занятиям спортом тренерами и врачами чаще всего не учитывается исходное состояние регуляторных систем, они по-прежнему определяют состояние спортсмена в основном по ЧСС, без учета того, что одна и та же ЧСС в покое может скрывать за собой разную степень напряжения кардиорегуляторных систем, что является одной из причин быстрого наступления дизрегуляции и перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом [20, 21, 23].

Прогресс в области применения анализа ВСР определяется, прежде всего, развитием теоретических представлений о том, как осуществляется регуляция сердечного ритма, работу каких физиологических процессов отражают те или иные показатели вариабельности ритма сердца у спортсменов в покое и различных тренировочных нагрузках.

Анализ ВСР является интегральным методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности, общей активности механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом многоконтурной и многоуровневой реакции системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального приспособительного ответа, который отражает адаптационную реакцию целостного организма (Парин и др., 1967).

Известно, что основанная информация о состоянии систем, регулирующих ритм сердца, заключена в функции разброса R-R кардиоинтер-

валов, в частности, в работе синусового узла. В 1968 году была предложена двухконтурная модель регуляции сердечного ритма (Баевский Р. М., 1979). Система управления синусовым узлом представлялась в виде двух взаимосвязанных контуров: центрального и автономного, управляющего и управляемого с каналом прямой и обратной связи.

Синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу являются рабочими органами управляемого (низшего, автономного) контура регуляции. Индикатором активности автономного контура является дыхательная синусовая аритмия. При этом дыхательная система может рассматриваться как элемент обратной связи в автономном контуре регуляции сердечного ритма. Управляющий (высший, центральный) контур регуляции характеризуется различными медленноволновыми составляющими сердечного ритма. Его индикатором является недыхательная синусовая аритмия. Прямая связь между центральным и автономным контурами регуляции осуществляется через нервные (симпатические) и гуморальные каналы. Обратная связь также обеспечивается нервным, парасимпатическим и гуморальным путем, но при этом важную роль играет афферентная импульсация с барорецепторов сердца и сосудов, с хеморецепторов и с обширных рецепторных зон других органов и тканей. Управляемый автономный контур в условиях покоя работает в автономном режиме, который характеризуется наличием выраженной дыхательной аритмии. Дыхательные волны усиливаются, когда уменьшаются центральные влияния на автономный контур регуляции. Различные нагрузки на организм, требующие включения в процесс управления сердечным ритмом центрального контура регуляции, ведут к ослаблению дыхательного компонента синусовой аритмии и к усилению ее недыхательного компонента. Общая закономерность состоит в том, что более высокие уровни управления тормозят активность более низких уровней. В ответ на нагрузочные (стрессорные) воздействия могут наблюдаться разные реакции ритма сердца. При оптимальном регулировании — управление происходит с минимальным участием центрального контура управления, а при неоптимальном управлении с максимальным участием центральных уровней управления. Чем более высокие уровни управления активируются, тем больше напряжение кардиорегуляторных систем. Таким образом, с помощью применения анализа вариабельности сердечного ритма можно судить о состоянии вегетативного баланса, по уровню преобладания симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а также работе синусового узла, отражающих функциональное состояние организма и уровень процессов восстановления кардиорегуляторных систем [1,2,3,4].

Как показала практика, метод применения анализа ВСР сыграл важную роль не только в развитии и становлении космической медицины и космической кардиологии, но и физиологии спорта, спортивной кардиологии и спортивной медицины. Он позволил получать огромный экспериментальный материал о реакциях сердечно-сосудистой системы у детей, подростков, спортсменов при динамических исследованиях на различных этапах тренировочного и соревновательного процессов [20].

Метод ВСР в нашей стране начал активно развиваться с 1960 года. Одним из стимулов его развития послужили работы Парина В. В. и Баевского Р. М. (1966, 1967, 1968) в области космической медицины. Первая в мире монография по ВСР принадлежит Р. М. Баевскому с соавторами [1984]. За последние 37 лет опубликовано различными авторами огромное количество статей, ряд методических рекомендаций и монографий. Сегодня в России активно развиваются и совершенствуются технические и программные средства для математической обработки и анализа ритма сердца. Были проведены многочисленные конференции и международные симпозиумы по ВСР. Семь из них на тему: «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение» прошли в г. Ижевске (1996, 2000, 2003, 2008, 2011, 2016, 2021 гг.) в Удмуртском университете совместно с ИМБП РАН, на которых обсуждались наиболее актуальные вопросы теоретического обоснования и практического применения ВСР в различных областях физиологии спорта и спортивной медицины. По результатам симпозиумов напечатано семь сборников научных статей.



Рис. 1. Монографии и сборники научных статей симпозиумов метода по анализу ВСР

В то же время большинство российских исследователей в своих работах не учитывают огромный вклад отечественных ученых и пользуются стандартами измерений и «физиологической интерпретацией ВСР», предложенными в 1996 году Европейским и Североамериканским кардиологическими обществами. Как показывает анализ большинства публикаций в Российских научных журналах, материалов многих конференций, симпозиумов и конгрессов, исследования отечественных ученых в области анализа ВСР не только не отстают от западных, но и во многих разделах опережают их. Отличие подходов отечественных ученых состоит в том, что анализ ВСР рассматривается ими как метод оценки переменных во времени интегральных характеристик функциональных систем, регулирующих работу сердца и других параметров кровообращения, индикатора адаптационно-приспособительных процессов не только по отношению к сердечно-сосудистой системе, но и к организму в целом [Баевский Р. М., 1976, Баевский Р. М., Берсенева А. П., 1997; Баевский Р. М., Иванов Г. Г., 2003, 2007; Рябыкина Г. В., Соболев А. В., 2001; Флейшман А. Н., 2001; Шлык Н. И. 2009; Гаврилова Е. А., 2014 и др.].

Однако применение при исследованиях и анализе ВСР разных методических подходов, разных стандартов, приборов и математических моделей приводит к разночтению в оценке результатов ВСР, полученных разными авторами, что порой приводит к дискредитации этого метода.

В данном пособии мы делимся многолетним опытом практического применения метода анализа вариабельности сердечного ритма, полученного научной лабораторией кафедры медико-биологических основ физической культуры ИФКиС Удмуртского государственного университета в течение 35 лет. По результатам многолетних исследований ВСР у детей, подростков, спортсменов разного возраста, квалификации и специфики спорта разработан новый подход к анализу ВСР на основе определения индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем организма [20]. В основе этого подхода лежит разработка новой классификации оценки преобладающего типа вегетативной регуляции. Многолетние наблюдения за детьми, подростками, спортсменами позволили составить нормативы показателей ВСР для разных типов вегетативной регуляции и видов спорта (лыжи, биатлон, легкая атлетика, плавание) [20–33].

Вопрос о «внутренней неоднородности здоровой популяции» и разных типологических особенностях организма, связанных с различным уровнем биологического развития, поднимается давно. Представление о норме как среднестатистическом показателе сегодня не устраивает



ни физиологов, ни клиницистов ввиду наличия индивидуальных особенностей организма, цикличности процессов, возрастных, гендерных и других различий. Поэтому на основе анализа ВСР было изучено и показано наличие разных норм функционирования регуляторных систем организма. Каждая норма в определенной степени должна проявляться качественно однородными явлениями (Шлык Н. И., 1991, 2009).

Было установлено, что в раннем и дошкольном возрасте ведущую роль в развитии организма играет определенный преобладающий тип вегетативной регуляции. При анализе ВСР у детей раннего и дошкольного возраста установлен выраженный разброс показателей ВСР в каждой возрастной группе, указывающий на наличие ярко выраженных индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции. У одних детей показатели ВСР отражали преобладание центральных структур регуляции, у других – преобладание автономной регуляции. Выявлено, что сформировавшийся к определенному возрасту тип регуляции (автономный или центральный) определяет уровень функциональных, адаптивных и резервных возможностей организма. Показано, что невозможна правильная интерпретация физиологической зрелости организма в конкретном возрастном периоде без учета состояния и уровня развития системы регуляции. Дети с преобладанием центральной регуляции существенно отстают по уровню зрелости регуляторных систем от сверстников с преобладанием автономной регуляции, что отражается на функциональном состоянии и адаптационно-приспособительных возможностях организма. В зависимости от преобладания автономной или центральной регуляции, детский организм по-разному реагирует на одинаковые тестовые или физические нагрузки: у первых активно включаются центральные механизмы регуляции, а у вторых – автономные [1991].

Динамические исследования ВСР в состоянии покоя у спортсменов с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма показали, что тип регуляции у каждого индивидуума сохраняется и изменяется лишь при больших стрессовых нагрузках и заболеваниях. Стойкое сохранение преобладания центральной или автономной регуляции в управлении сердечным ритмом, обусловлено особенностями организма, что дает основание предположить о генетической детерминированности разных «норм» в регуляции (повышенной – преобладание центральной регуляции и оптимальной – преобладание автономной). Регуляцию сердечного ритма с преобладанием центральных механизмов управления можно отнести к неблагоприятной норме [2009].

При анализе ВСР у юных спортсменов с центральным типом вегетативной регуляции были выявлены более низкие функциональные и адаптивные возможности организма и различные дизрегуляторные проявления, чем у спортсменов с автономным типом регуляции. Известно, что генетически обусловленные качества организма в детском возрасте тесно взаимодействуют с приобретенными в процессе жизни. Речь идет о долгосрочном прогнозировании развития организма и управлении динамическим здоровьем у индивидуумов с разными типами вегетативной регуляции.

Полученные данные ВСР свидетельствуют о чрезвычайно высокой чувствительности регуляторных систем, которая отражается на показателях ВСР. Следует подчеркнуть, что усреднение показателей ВСР у лиц с разными преобладающими типами вегетативной регуляции ведет к ложной интерпретации полученных результатов ВСР и, как следствие, к искажению трактовки изучаемых процессов в организме, а значит, и к дискредитации метода.

За 35 лет научной школой накоплен достаточно большой материал, подтверждающий высокую информативность метода ВСР и практическую значимость индивидуально-типологического подхода к анализу ВСР.

При анализе ВСР в тренировочном процессе спортсменов необходимо учитывать ряд важных положений, которые имеют фундаментальный характер:

Первое – состояние напряжения регуляторных систем является важным критерием оценки реакции организма на комплексное воздействие тренировочных нагрузок и внешней среды, долговременный тренировочный процесс, требующий от организма спортсмена не только высокой устойчивости к ежедневным физическим нагрузкам, но и оптимальной регуляции к постоянно возрастающим нагрузкам. В ходе адаптации происходит формирование новой функциональной системы, что требует определенной перенастройки регуляторных систем.

Нарушение вегетативного баланса и снижение функциональных резервов организма спортсмена являются факторами риска развития перенапряжения, перетренированности, поломки восстановительных процессов и развития заболеваний. Динамические исследования состояния функциональных резервов регуляторных систем должны стать важной составной частью физиологического и врачебного контроля за появлением первых признаков перетренированности. Поэтому изучение индивидуального «портрета» вегетативной регуляции в тренировочном поможет своевременному определению, насколько нарушен и устойчив вегетативный баланс.

Второе — наличие индивидуальных типов вегетативной регуляции и адаптационных реакций организма в тренировочном процессе спортсменов. В зависимости от преобладающего типа регуляции (умеренное или выраженное преобладание автономного контура, умеренное или выраженное преобладание центрального контура регуляции) у спортсменов в ходе тренировочного процесса наблюдались различные адаптивные состояния.

Доказано, что преобладающие типы регуляции различаются не только по разному вегетативному балансу, по характеру вегетативной реактивности, но и уровню восстановительных процессов. Результаты этих исследований имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение.

Знание индивидуального преобладающего типа вегетативной регуляции позволяет тренеру прогнозировать характер адапционно-резервных возможностей кардиорегуляторных систем у спортсмена в тренировочном процессе.

Ежедневная оценка типа вегетативной регуляции дает важную информацию тренеру, физиологу и врачу о переносимости и правильности планируемых тренировочных нагрузок, поскольку нарушение вегетативного баланса уже при начальных признаках перетренированности четко проявляются в изменениях показателей ВСП, которые существенно опережают по времени биохимические и ЭКГ нарушения. При ухудшении вегетативной регуляции спортсмены в течение некоторого времени могут поддерживать высокую работоспособность на фоне нарастающего вегетативного дисбаланса, но затем наступает срыв адаптации в виде различных нарушений, в первую очередь со стороны сердечно-сосудистой системы.

Третье — оценка вегетативной реактивности при ортостатическом тестировании наиболее точно дополняет сведения об индивидуальном состоянии адапционно-резервных возможностей организма. Неблагоприятные реакции на ортостаз (в виде гипер-, гипореакции и парадоксальной) требуют особого внимания со стороны тренера, физиолога и врача для принятия своевременных мер к восстановлению организма спортсмена.

Четвертое — тренер должен знать нормативы показателей ВСП с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции в покое и ортостазе. И согласно этому, грамотно управлять тренировочным процессом каждого спортсмена и своевременно его корректировать.

Изменение показателей ВСП у спортсменов в ходе тренировочного процесса за пределы нормативов характерных для определенного преобладающего типа вегетативной регуляции, является основным фактором риска развития неблагоприятных изменений в организме спортсмена.

Пятое — тренер должен досконально знать метод анализа ВСР, уметь правильно его применять в покое и ортостазе и грамотно интерпретировать полученные результаты. Только в этом случае он станет настоящим помощником в его работе и поможет избежать ошибок в планировании тренировочного процесса и способствовать повышению спортивных результатов.

Поскольку методика анализа variability сердечного ритма описана во многих монографиях, статьях, обзорах и методических рекомендациях, мы остановимся на более информативных методах показателей ВСР и оценке типологических особенностей вегетативной регуляции у спортсменов.

## **1. МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И МЕТОДИКА АНАЛИЗА**

### **1.1. Методика исследования variability сердечного ритма**

Учитывая высокую чувствительность и эффективность данного метода, необходимо точно соблюдать методические рекомендации по исследованию ВСР, разработанные группой авторов под руководством проф. Р. М. Баевского (Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В., 2001) на основе обобщения опыта отечественных исследований в этой области с учетом данных, полученных зарубежными учеными. Эти рекомендации не являются обзором литературы и снабжены только ограниченным числом ссылок, упоминаемых в тексте. Их главная цель состоит в стандартизации методики исследований и подходов к анализу данных, чтобы результаты разных исследователей могли сопоставляться друг с другом. Профессором Шлык Н. И. в монографии (2009) и дальнейших работах были дополнены методические рекомендации по исследованию ВСР новой классификацией по оценке преобладающего типа вегетативной регуляции у детей и спортсменов.

При исследовании ВСР регистрировался ЭКГ-сигнал в положении лежа на спине в течение 5 минут и стоя 6 минут во втором стандартном отведении утром после предыдущего тренировочного дня или перед началом второй тренировки. Обработка кардиоинтервалограмм и анализ variability сердечного ритма проводились с помощью аппарата «Варикард 2.52» и программ «ISCIM-6» и «Варикард-МП». Аппарат подключается к компьютеру. Программа «Варикард-МП» позволяет регистрировать показатели ВСР одновременно от одного до 12 спортсменов, что позволяет тренеру иметь полную информацию о функциональной



готовности, резервных возможностей организма, уровня восстановления непосредственно перед тренировочной нагрузкой и своевременно вносить коррективы в тренировочный процесс.

Полная инструкция об использовании метода ВСР имеется во вложении к аппаратам «Варикард 2.51» и «Варикард 2.52». Программное обеспечение «ISCIM – 6» и «Варикард МП» записаны на дисках.



Рис. 2. Внешний вид комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа вариабельности сердечного ритма «ВАРИКАРД 2.52»

### «Варикард 2.52»



### «Варикард МП»

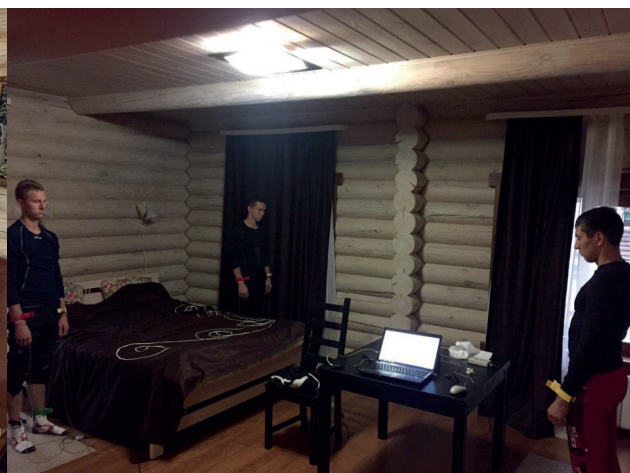


Рис. 3. Проведение исследований ВСР у биатлонистов на сборах с помощью аппарата Варикард 2.52

В момент исследования не должно быть помех, приводящих к эмоциональному возбуждению, не нужно разговаривать с исследуемым, исключить телефонные звонки и появление в кабинете других лиц. При записи ВСР следить, чтобы исследуемый не делал глубоких вдохов и выдохов, не кашлял, не сглатывал слюну. У девочек-подростков исключать

проведение исследований ВСП в менструальный период, учитывая, что в этот период происходящие гормональные изменения в организме отражаются на состоянии регуляторных систем. До начала исследования обязательно проводить опрос исследуемых о нагрузках выполненных спортсменом в предыдущий тренировочный день или на первой тренировке, о самочувствии, режиме дня, качестве сна, питании.

## **1.2. Оценка показателей variability сердечного ритма**

В настоящее время в специальной литературе у авторов нет единого мнения в отношении интерпретации результатов анализа ВСП. Это связано со многими причинами: плохое знание самого метода, использование разной аппаратуры и математических программ, усреднением полученных результатов ВСП без учета индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции и др. Зачастую, применяя одноразовые исследования, в работе не указывается время проведения исследований в течение дня, день микроцикла, тренировочный период, характер выполненных тренировочных нагрузок в предыдущий день, вид спорта и др. При этом часто отсутствуют исследования при ортостазе, которые незаменимы для оценки адаптационно-резервных возможностей организма спортсмена. Также в результате анализа ВСП не оценивается состояние кардиоритмограмм, скатерграмм ВСП и электрокардиограмм (ЭКГ). Любые нарушения методических подходов к записи кардиоритмограмм незамедлительно отражаются на показателях ВСП. Подобный подход к анализу ВСП ведет к ложной интерпретации полученных данных и не дает истинной картины состояния кардиорегуляции.

Тренер должен сам хорошо знать метод анализа ВСП, уметь его грамотно применять в тренировочном процессе спортсменов и правильно оценивать полученные результаты.

## **1.3. Основные показатели ВСП и их физиологическая интерпретация**

Анализ ВСП на основе программ ИСКИМ-6 и «Варикард-МП», разработанных Институтом внедрения новых медицинских технологий «РАМЕНА», осуществляется по 38 показателям. Однако в данном пособии мы будем рассматривать наиболее информативные временные и спек-

тральные показатели ВСР, что облегчает и ускоряет анализ ВСР при оценке полученных результатов в покое и ортостазе. При этом очень важен визуальный контроль за кардиоритмограммами, скатерграммами и ЭКГ для наиболее точной оценки нарушений работы синусового узла (табл. 1, рис. 4).

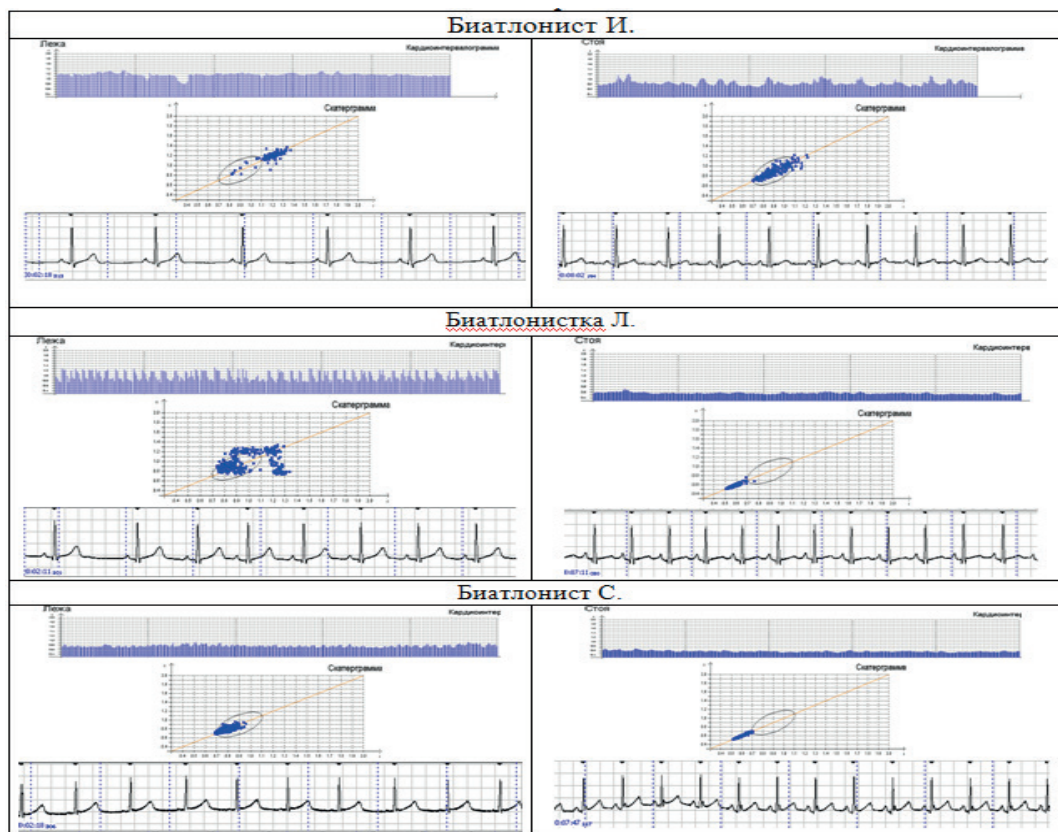
**Таблица 1**

**Различия в состоянии вегетативного баланса и вегетативной реактивности у трех юных биатлонистов утром после одинакового предыдущего тренировочного дня (13.06.18)**

Спортсмен	MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
И	240	424	90	39	5026	10321	409	681	1789	4760	985	3705	1844	1175
Л	591	135	16	498	26993	700	16795	73	8916	256	885	170	397	200
С	223	157	130	440	2403	546	853	69	565	318	233	85	752	74

□ - выделенные показатели ВСР указывают на отклонение от нормы

Вчера: 1 тренировка – имитация 14 км., 2 тренировка – кросс 40 мин + силовая круговая 3 серии.



**Рис. 4.** Кардиоритмограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ лежа и стоя у трех спортсменов утром после одинакового предыдущего тренировочного дня



## Показатели временного анализа ВСР

R-R — средняя длительность интервалов и обратная величина этого показателя — средняя ЧСС. Однако традиционно измеряемая частота сердечных сокращений отражает лишь конечный результат многочисленных регуляторных влияний на сердечно-сосудистую систему, одной и той же ЧСС могут соответствовать различные включения регуляторных систем, управляющих вегетативным гомеостазом.

MxDMn — показатель вариационного размаха кардиоинтервалов, он тесно связан с состоянием вегетативного баланса между симпатическим и парасимпатическим отделами, индивидуально-типологическими особенностями регуляции и состоянием работы синусового узла. Преобладание центрального контура регуляции, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляется стабильным ритмом, уменьшением разброса длительностей (MxDMn). Чем меньше диапазон этого значения, тем больше вмешательство центрального контура регуляции. При этом увеличивается значение SI и уменьшаются показатели спектрального частотного анализа (TP, HF, LF, VLF, ULF). И наоборот с увеличением значения MxDMn, уменьшается показатель SI и увеличиваются показатели волновой структуры спектра ВСР (HF, LF, VLF, ULF). При значительном увеличении медленно-волновых составляющих (LF и VLF), значения MxDMn могут отражать состояние подкорковых нервных центров. При изменениях вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) в сторону резкого уменьшения или увеличения необходим обязательный визуальный контроль кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе. Важно подчеркнуть, что при уменьшении значения MxDMn в диапазонах меньше 150 мс и 151–250 мс часто встречаются парадоксальные реакции на ортостаз. При этом отсутствует вариабельность на кардиоинтервалограмме, имеется жесткий ритм сердца на скатерграмме ВСР, на ЭКГ встречаются различные нарушения сердечного ритма. Чем более выражены неблагоприятные изменения MxDMn в покое и ортостазе, тем серьезней нужно относиться тренеру и врачу к здоровью спортсмена.

SI — характеризует степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). Этот показатель очень чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы.

В норме у спортсменов в состоянии покоя низкие показатели SI (25–70 усл. ед.), у высоко тренированных он снижается до 10 усл. ед., при

перетренированности, перенапряжении и миграции водителя ритма SI резко уменьшается до 5 усл. ед.

Парадоксальные реакции со стороны SI (снижение вместо увеличения) гипо- и гиперреакции в ответ на ортостаз могут говорить о дисрегуляторных процессах.

### **Показатели спектрального частотного анализа ВСР**

Спектральный анализ служит для более полной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме. С его помощью оценивается взаимодействие отдельных уровней управления ритмом сердца.

TP — суммарная мощность спектра, отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. И определяется как сумма мощностей волн в диапазонах HF, LF VLF и ULF. Выделяют две составные части ВСР: высоко- и низкочастотные компоненты, анализ которых является основой всех исследований с использованием этой методики. При одной и той же суммарной мощности спектра (TP) порядок распределения составляющих спектра может быть различным. В норме структура спектра соответствует: HF>LF>VLF>ULF. Она изменяется при утомлении, перетренированности, психоэмоциональном напряжении, нарушении состояния здоровья.

HF — высокочастотная составляющая спектра (дыхательные волны). Активность симпатического отдела ВНС как одного компонентов вегетативного баланса оценивают по степени торможения активности автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел.

Вагусная активность (дыхательный компонент синусовой аритмии) является основной составляющей высокочастотного компонента части спектра ВСР. Это хорошо отражается показателем мощности дыхательных волн сердечного ритма в абсолютных цифрах (HF мс<sup>2</sup>) и в виде относительной величины (HF %) по отношению к суммарной мощности спектра (TP).

Обычно дыхательная составляющая (HF) занимает 40–55 % суммарной мощности спектра (TP). Снижение этого показателя указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела. Если абсолютная величина HF резко падает или резко возрастает то, соответственно, можно говорить о резком преобладании центральной или автономной регуляции. В этом случае существенно уменьшаются или увеличиваются значения ВСР MxDMn, SI, TP. Однако многие исследователи в своих печатных работах часто используют относительные величины HF % и LF % и редко абсолютные, при этом они не указывают значения общей суммарной мощности спектра (TP). Это серьезная ошибка,

так как одинаковые относительные значения HF % и LF % могут быть при разных диапазонах показателя TP, что приводит исследователей к ложной интерпретации результатов ВСР. Например, при диапазонах TP 1500 и 750 относительные значения HF % или LF % могут быть одинаковыми. Поэтому в работах важно указывать значение TP.

При ортостатическом тестировании абсолютное значение HF  $\text{мс}^2$  всегда снижается (благоприятная реакция). Резкое снижение (гиперреакция) или увеличение этого показателя (парадоксальная реакция) в ответ на ортостаз говорят о нарушении вегетативной реактивности и снижении адаптационно-резервных возможностях организма.

LF — Мощность низкочастотной составляющей спектра. Этот показатель характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса. В норме чувствительные рецепторы синокаротидной зоны воспринимают изменения величины АД, и афферентная нервная импульсация поступает в сосудодвигательный (вазомоторный) центр продолговатого мозга. Здесь осуществляется афферентный синтез (обработка и анализ поступающей информации) и в сосудистую систему поступают сигналы управления (эфферентная нервная импульсация). Этот процесс контроля сосудистого тонуса с обратной связью на гладкомышечные волокна сосудов осуществляется вазомоторным центром постоянно. Обычно в норме доля вазомоторных волн в положении «лежа» должна быть меньше, чем дыхательных волн. Если вместо мощности дыхательных волн (HF  $\text{мс}^2$ ) увеличивается мощность вазомоторных волн (LF  $\text{мс}^2$ ), то это означает, что процессы регуляции АД осуществляются при участии неспецифических механизмов [1]. У спортсменов в тренировочном процессе довольно часто встречается увеличение LF волн в спектре. Это положение еще требует тщательного анализа [10, 20].

VLF — мощность «очень» низкочастотной составляющей спектра — *эта* спектральная составляющая сердечного ритма, по мнению многих авторов, характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако в данном случае речь идет о более сложных влияниях со стороны надсегментарного уровня регуляции, поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга (Хаспекова Н. Б., 1996). Также показано, что мощность VLF-волн является чувствительным индикатором управления процессами метаболизма и хорошо отражает энергодифицитные состояния (Флейшман А. Н., 1999).

Мобилизация энергетических и метаболических резервов при физических нагрузках может отражаться изменениями мощности спектра

в VLF-диапазоне. При увеличении мощности VLF волн в ответ на физическую нагрузку можно говорить о гиперадаптивной реакции, при снижении VLF волн — о постнагрузочном энергодефиците. Несмотря на условный и во многом еще спорный характер подобной интерпретации изменений VLF, она может быть полезной при исследованиях спортсменов, связанных с нарушением метаболических, энергетических и психических процессов в организме [1, 2].

Показано, что при выраженном утомлении и перетренированности с резким уменьшением диапазона MxDMn (меньше 150 мс) показатель VLF всегда меньше 240 мс<sup>2</sup> в покое, и при этом в показателях ВСР в 100 % случаев отмечается парадоксальная реакция на ортостаз (Шлык Н. И., 2009, 2021).

У спортсменов показатель VLF зависит от изменения диапазона значения MxDMn.

Таким образом, показатель VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем (Баевский Р. М., 1999). Сложность физиологической интерпретации данного показателя усугубляется, если не принимается во внимание тренд ЧСС, который обусловлен нестационарными процессами (беспокойное поведение исследуемого, глубокие вдохи, несоблюдение условий записи и посторонние раздражители).

ULF — ультранизкочастотные колебания еще требуют серьезного исследования, и пока в литературе нет единого мнения о физиологической интерпретации их происхождения.

По наблюдениям некоторых авторов этот показатель больше изменяется под влиянием внешней среды и, в частности, на сборах в среднегорье, а также перед соревнованиями и при отклонениях в состоянии здоровья (Шлык Н. И., 2016, 2019).

## **2. ОЦЕНКА ПРЕОБЛАДАЮЩИХ ТИПОВ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

Представление о норме ВСР как среднестатистическом показателе не должно устраивать исследователей, физиологов, врачей, тренеров ввиду наличия индивидуальных типологических особенностей регу-

ляции, разных адаптационно–регуляторных возможностей организма, тренированности, состояния здоровья. Важно понять, что усреднение показателей ВСР у исследуемых с разными типами вегетативной регуляции ведет к ложной интерпретации полученных результатов ВСР и, как следствие, к дискредитации самого метода [20, 21, 22].

Основываясь на современном учении о вегетативной регуляции физиологических функций и многолетних (более 35 лет) исследований ВСР у детей, подростков и спортсменов, автору пособия удалось разработать новую классификацию оценки преобладающего типа вегетативной регуляции и на этой основе определить новый подход к вопросам спортивной подготовки.

На основании многочисленных исследований ВСР были определены количественные и качественные критерии наиболее информативных показателей ВСР (MxDMn, SI, VLF), с целью определения типологических особенностей регуляции сердечного ритма. При этом подчеркивается, что другие показатели ВСР также необходимо учитывать при интерпретации полученных результатов.

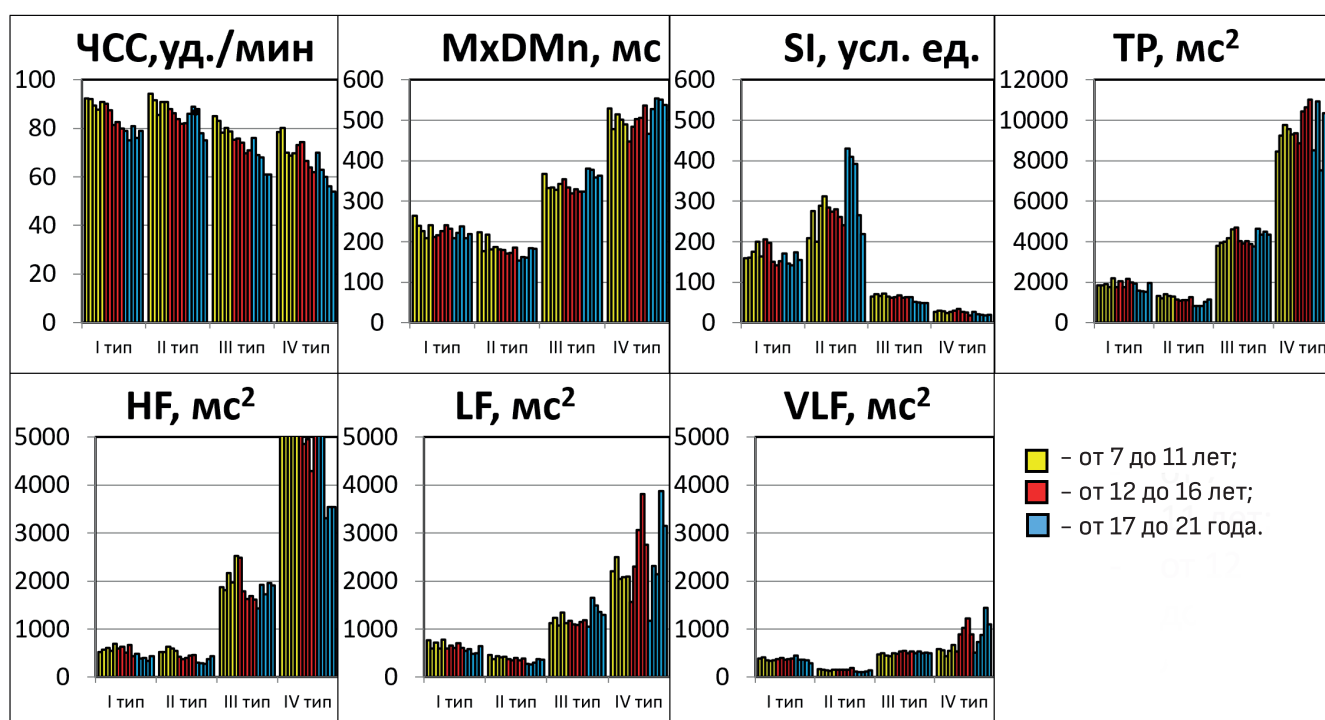
**Таблица 2**

**Классификация преобладающих типов вегетативной регуляции сердечного ритма по данным анализа ВСР (Шлык Н. И., 1992, 2009, 2020)**

Типы регуляции	Физиологическая интерпретация	Показатели ВСР и диапазоны		
		MxDMn мс	SI усл. ед.	VLF
I тип	Умеренное преобладание центрального контура регуляции	151–250	>100	>240
II тип	Выраженное преобладание центрального контура регуляции	<150	>100	<240
III тип	Умеренное преобладание автономного контура регуляции	251–350 351–450 451–550	<100 >30	>240
IV тип	Выраженное преобладание автономного контура регуляции	551–650 651–750	>10 <30	>240 TP>4000 <10000
IV тип патологический	Существенно выраженное преобладание автономного контура регуляции. Для высокотренированных спортсменов при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз может трактоваться как норма. При неблагоприятных реакциях на ортостаз (парадоксальных, гипер- и гипореакциях) относится к патологическому типу.	>750	<10	>500 TP>10000-40000



На рис. 5 представлены данные анализа ВСР у лиц от 7 до 21 года с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции. Согласно которым, в каждой возрастной группе выделены четыре типа регуляции с количественно-качественными различиями в показателях ВСР, характеризующие разный уровень вегетативного гомеостаза. В таблице представлены нормативы показателей ВСР в покое и ортостазе у юных спортсменов 12–15 лет с разными преобладающими типами вегетативной регуляции.



**Рис 5.** Показатели variability сердечного ритма в покое у лиц в возрасте от 7 до 21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции

Представленные на рисунке 5 и таблице 3 типологические особенности ВСР у исследуемых независимо от возраста показывают, что адапционно-резервные возможности организма индивидуальны и реализуются разным включением регуляторных систем. Важно понять, что усреднение показателей ВСР у лиц с разным вегетативным гомеостазом и вегетативной реактивностью ведет к ложной интерпретации полученных результатов и дискредитации самого метода [20–30].

**Таблица 3**

**Показатели ВСР у школьников 12–15 лет с разными типами регуляции (M±m)**

Возраст	Тип ВР	ЧСС	R-R	MxDMn	RMSSD	pNN50	CV	SI, усл. ед.	TP, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	VLF мс <sup>2</sup>	ULF мс <sup>2</sup>	HF %	LF %	VLF %	ULF %
		уд/мин	мс	мс	мс	%	%										
12 лет	I	90,2	668,0 <sup>o</sup>	211,3 <sup>o</sup>	33,4 <sup>o</sup>	9,9 <sup>o</sup>	6,6 <sup>o</sup>	204,9 <sup>o</sup>	1750,4 <sup>o</sup>	598,9 <sup>o</sup>	591,9 <sup>o</sup>	366,9	192,6 <sup>o</sup>	34,2 <sup>o</sup>	33,8*	21,0 <sup>o</sup>	11,0
		±1,9	±13,8	±10,7	±2,7	±1,9	±0,4	±23,0	±215,9	±105,3	±93,8	±50,5	±34,5	±2,0	±2,9	±2,0	±1,2
	II	88,0	687,8 <sup>o</sup>	181,1 <sup>o</sup>	29,8 <sup>o</sup>	7,7 <sup>o</sup>	5,4 <sup>o</sup>	284,8 <sup>o</sup>	1129,0 <sup>o</sup>	424,5 <sup>o</sup>	378,4 <sup>o</sup>	152,4 <sup>o</sup>	164,2 <sup>o</sup>	37,6 <sup>o</sup>	33,5*	13,5*	14,5
		±1,9	±15,5	±9,8	±2,7	±2,0	±0,3	±42,7	±111,6	±67,9	±43,3	±11,7	±26,5	±3,0	±2,7	±1,2	±2,2
	III	75,2	805,3	354,8	74,5	43,8	9,1	60,7	4695,9	2485,0	1170,0	484,4	556,6	52,1	24,9	10,3	11,9
		±1,4	±15,3	±13,1	±3,2	±2,0	±0,4	±4,2	±342,5	±304,7	±84,9	±44,5	±80,1	±2,5	±1,9	±0,7	±1,4
	IV	73,0	825,3	446,8*	120,3*	59,8*	12,2 <sup>o</sup>	29,0 <sup>o</sup>	9361,2*	6401,0*	1559,2	527,4	873,6	68,4*	16,7*	5,6 <sup>o</sup>	9,3
		±3,6	±39,0	±35,0	±22,0	±5,7	±0,8	±7,6	±2031	±1512	±431,6	±32,0	±265	±5,8	±3,1	±0,9	±2,5
13 лет	I	87,4	696,3 <sup>o</sup>	215,5 <sup>o</sup>	36,7 <sup>o</sup>	13,3 <sup>o</sup>	6,7 <sup>o</sup>	196,6 <sup>o</sup>	2032,2 <sup>o</sup>	631,0 <sup>o</sup>	656,0 <sup>o</sup>	393,2*	336,9*	31,0 <sup>o</sup>	32,3	19,3*	16,6
		±2,3	±18,8	±7,7	±3,2	±2,2	±0,3	±22,3	±170,0	±97,1	±70,4	±34,1	±76,1	±2,8	±2,6	±2,2	±2,6
	II	86,2	707,0 <sup>o</sup>	178,8 <sup>o</sup>	29,4 <sup>o</sup>	9,7 <sup>o</sup>	4,9 <sup>o</sup>	273,5 <sup>o</sup>	1068,3 <sup>o</sup>	375,4 <sup>o</sup>	349,3 <sup>o</sup>	148,0 <sup>o</sup>	188,6 <sup>o</sup>	35,1*	32,7	13,9	17,7
		±2,7	±20,4	±9,5	±2,1	±2,1	±0,2	±30,4	±97,7	±47,8	±47,7	±10,9	±30,5	±3,4	±2,4	±1,2	±2,4
	III	75,7	797,9	333,5	65,2	39,5	8,4	63,3	4019,2	1790,1	1100,9	526,3	601,8	44,5	27,4	13,1	15,0
		±1,4	±14,4	±10,7	±4,0	±2,7	±0,2	±5,2	±251,3	±200,6	±54,5	±49,2	±70,9	±3,0	±1,3	±1,5	±1,8
	IV	74,4	812,3	483,4 <sup>o</sup>	105,1 <sup>o</sup>	55,8 <sup>o</sup>	12,1 <sup>o</sup>	33,5 <sup>o</sup>	8872,4 <sup>o</sup>	4852,8 <sup>o</sup>	2306,6 <sup>o</sup>	885,4	827,5	54,7	26,0	10,0	9,3
		±2,2	±25,5	±21,8	±9,6	±3,9	±0,4	±3,1	±1018,8	±773,0	±279,3	±188	±148,1	±5,0	±1,8	±1,8	±2,1
14 лет	I	81,4	743,5 <sup>o</sup>	226,7 <sup>o</sup>	37,1 <sup>o</sup>	16,7 <sup>o</sup>	6,2 <sup>o</sup>	149,8 <sup>o</sup>	1748,6 <sup>o</sup>	505,1 <sup>o</sup>	604,7 <sup>o</sup>	365,8 <sup>o</sup>	279,4 <sup>o</sup>	28,9 <sup>o</sup>	34,6*	20,9*	16,0
		±2,0	±18,3	±7,9	±3,4	±3,3	±0,2	±14,3	±114,1	±74,9	±62,1	±28,2	±29,5	±3,4	±1,9	±2,4	±1,9
	II	83,9	724,8 <sup>o</sup>	170,1 <sup>o</sup>	29,6 <sup>o</sup>	8,4 <sup>o</sup>	4,9 <sup>o</sup>	279,6 <sup>o</sup>	1101,9 <sup>o</sup>	398,3 <sup>o</sup>	393,8 <sup>o</sup>	152,1 <sup>o</sup>	157,7 <sup>o</sup>	36,1	35,7 <sup>o</sup>	13,8	14,3
		±2,2	±20,8	±7,9	±1,5	±1,4	±0,3	±25,8	±96,2	±51,0	±40,5	±11,8	±25,2	±2,7	±2,0	±1,2	±1,5
	III	74,2	815,5	319,1	64,5	39,3	8,2	67,4	3916,9	1629,3	1083,3	539,5	660,5	41,6	27,7	13,8	16,9
		±1,4	±15,0	±9,5	±2,9	±2,3	±0,3	±3,5	±211,1	±131,2	±77,0	±45,3	±103,3	±2,4	±1,6	±1,1	±2,1
	IV	66,5	921,3*	502,6 <sup>o</sup>	123,6 <sup>o</sup>	56,3 <sup>o</sup>	11,5 <sup>o</sup>	26,4 <sup>o</sup>	10441 <sup>o</sup>	4954,2 <sup>o</sup>	3061,6*	1018 <sup>o</sup>	1406,6 <sup>o</sup>	47,4	29,3	9,8	13,5
		3,4	±47,1	±31,2	±9,8	±5,2	±0,7	±4,5	±1936,8	±838,0	±802,1	±171	±417,7	±3,8	±3,2	±2,0	±3,2
15 лет	I	82,5	732,5 <sup>o</sup>	240,5 <sup>o</sup>	39,6 <sup>o</sup>	15,3 <sup>o</sup>	6,8*	142,8 <sup>o</sup>	2154,1 <sup>o</sup>	670,6 <sup>o</sup>	701,0 <sup>o</sup>	368,8*	413,7	31,1*	32,5	17,1	19,2
		±2,1	±18,2	±9,0	±4,8	±3,1	±0,3	±11,6	±187,1	±112,2	±68,4	±15,5	±128,4	±3,2	±2,8	±2,2	±4,5
	II	81,8	759,4	172,1 <sup>o</sup>	33,8 <sup>o</sup>	9,3 <sup>o</sup>	4,9 <sup>o</sup>	260,3 <sup>o</sup>	1115,0 <sup>o</sup>	449,9 <sup>o</sup>	344,1 <sup>o</sup>	155,3 <sup>o</sup>	165,8 <sup>o</sup>	40,3	30,9	13,9	14,9
		±4,7	±49,6	±4,6	±3,2	±2,1	±0,3	±36,2	±102,4	±89,6	±49,7	±16,4	±20,5	±5,0	±3,0	±1,7	±2,7
	III	69,8	866,9	329,8	66,8	41,8	7,9	61,8	4039,0	1684,8	1141,3	489,8	723,1	41,7	28,3	12,1	17,9
		±1,5	±21,7	±11,7	±3,6	±3,0	±0,3	±4,8	±274,0	±177,6	±132,1	±42,9	±144,5	±3,1	±2,4	±1,1	±2,9
	IV	64	963,7	505,5 <sup>o</sup>	115,0 <sup>o</sup>	57,7	11,3 <sup>o</sup>	24,8 <sup>o</sup>	10632,8 <sup>o</sup>	4296,5*	3809,2*	1220*	1307,0	40,4	35,8	11,5	12,3
		±5,0	±62,2	±29,4	±16,2	±9,3	±0,4	±8,5	±1178,5	±1002,5	±946,0	±300	±293,1	±7,9	±6,3	±2,9	±5,9

Определение преобладающего типа регуляции позволяет в каждый момент прогнозировать индивидуальное функциональное состояние организма, его регуляторно-адаптивные возможности и работу синусового узла, грамотно управлять тренировочным процессом и динамическим здоровьем каждого спортсмена. Преобладающий тип регуляции может изменяться при физических, психических перегрузках и донозологических состояниях.

### **Определение I типа вегетативной регуляции по результатам анализа ВСР**

Умеренному преобладанию центральных влияний на ритм сердца у спортсменов соответствует диапазон значения  $MxDMn$  151–250 мс. При этом показатель VLF всегда больше 240 по сравнению со II типом регуляции, при котором этот показатель всегда меньше 240. При I типе регуляции в 51 % случаев встречаются нарушения вегетативной реактивности на ортостаз, в этом случае увеличивается значения  $MxDMn$  вместо уменьшения, резко возрастает SI, увеличивается амплитуда показателей LF, VLF и ULF волн вместо снижения (см. табл. 3).

### **Определение II типа вегетативной регуляции по данным анализа ВСР**

При неоптимальном управлении происходит активизация все более высоких уровней управления. Это выражается в высокой стабильности сердечного ритма. Напряжение регуляторных систем в покое может быть высоким, если спортсмен не имеет достаточных функциональных резервов. При выраженном преобладании центрального контура регуляции (II тип) в отличие от I типа имеются более низкие диапазоны  $MxDMn$ , TP, HF, LV и особенно VLF и высокие показатели SI. Это говорит о том, что включение в процесс управления центрального контура регуляции дестабилизирует управляемую систему, особенно когда выраженная высокая активность центрального контура (II тип) полностью подавляет процессы саморегуляции. Самое важное, что при этом типе регуляции значения  $MxDMn$  меньше 150 мс, а показатель VLF всегда меньше 240. При ортостатическом тестировании в 100 % случаев организм спортсменов независимо от вида спорта отвечает парадоксальными реакциями. Малый разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) говорит о напряженной работе сердца, малое значение VLF (меньше 240) о дефиците энерго-метаболических процессов, а парадоксальные реакции на ортостаз о низких адаптационно-резервных возможностях организма. Длительное напряжение центральных механизмов приводит к истощению процессов регуляции и управления, так как при этом адаптационная деятельность осуществляется на пределе возможностей организма и сопровождается развитием определенных нарушений деятельности вегетативной нервной системы. Это можно проследить в таблице 4 на примере анализа в ВСР юной биатлонистки, у которой имеется постоянное выраженное напряжение центрального контура регуляции в покое и парадоксальные реакции в ответ на ортостатическое тестирование.

Таблица 4

Индивидуальный портрет ВСР у перетренированной биатлонистки Л. Е. (14 лет) с постоянно выраженным преобладаем центрального контура регуляции (II тип) в покое и парадоксальными реакциями на ортостаз

Дата	ЧСС, уд/мин		MxDMn, мс		SI, усл. ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
01.06.	79	116	108	119	649	924	343	819	90	42	60	477	89	231	105	69
03.06.	76	106	109	135	491	533	429	809	144	64	81	557	141	108	64	81
04.06.	81	111	133	157	525	371	399	770	69	55	67	408	114	111	150	196
05.06.	76	110	165	161	290	510	873	532	248	39	173	308	113	80	339	106
06.06.	74	109	99	152	570	335	333	1285	117	140	118	776	79	266	18	103
07.07.	78	95	132	172	353	229	377	1321	150	173	59	667	72	253	96	228
		95	- выделенные показатели указывают на отклонение от нормы													

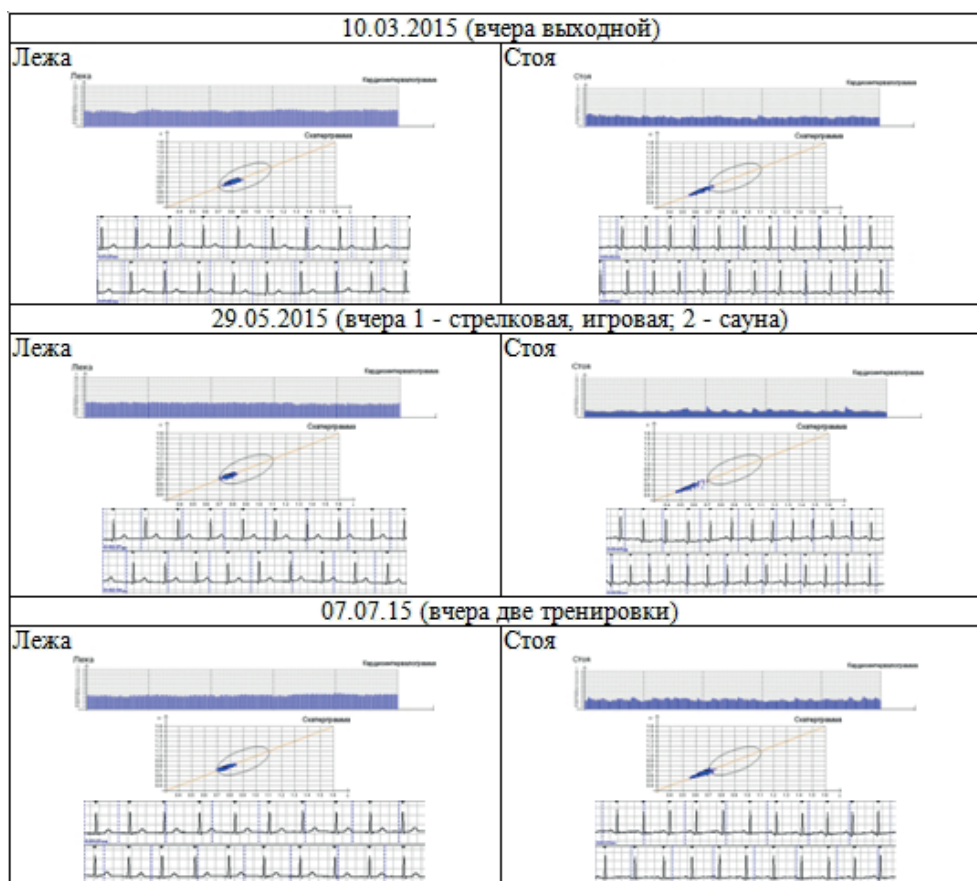


Рис. 6. Особенности кардиоритмограмм, скаттерграмм и ЭКГ у перетренированной биатлонистки Л. Е. (14 лет) при динамических исследованиях ВСР лежа и стоя

Согласно результатам, представленным в таблице 4, в покое во все дни исследований у нее имеются низкие значения MxDMn (меньше 150 мс) постоянно низкий показатель VLF, он всегда меньше 240, и высокий SI. При ортостазе во многих случаях исследований ВСР встречается парадоксальный ответ, когда указанные показатели увеличиваются вместо уменьшения, а SI, наоборот, уменьшается вместо увеличения.

Визуальная оценка кардиоритмограмм ВСР показывает отсутствие вариабельности, локальное скопление точек на скатерграммах, и жесткий ритм сердца на ЭКГ.

Выраженное включение в процесс управления центрального контура регуляции у спортсменки в течение 4 месяцев не корректируется со стороны автономной регуляции призванной восстанавливать и сохранять гомеостаз. Спортсменка не показывает спортивных результатов. Ее необходимо снять с тренировочного процесса на срок, который определит врач после проведения УМО и применения соответствующих восстановительных средств.

Повышенную симпатическую активность можно объяснить и замедленным созреванием блуждающего нерва (гиповаготония), что сопровождается высоким уровнем катехоламинов в крови, приводящих к вегетативному дисбалансу. Наследственный фактор также во многом определяет особенности структуры гипоталамуса и других образований. Психоэмоциональное напряжение нарушает функционирование лимбико-ретикулярного аппарата, где находится психические вегетативные центры.

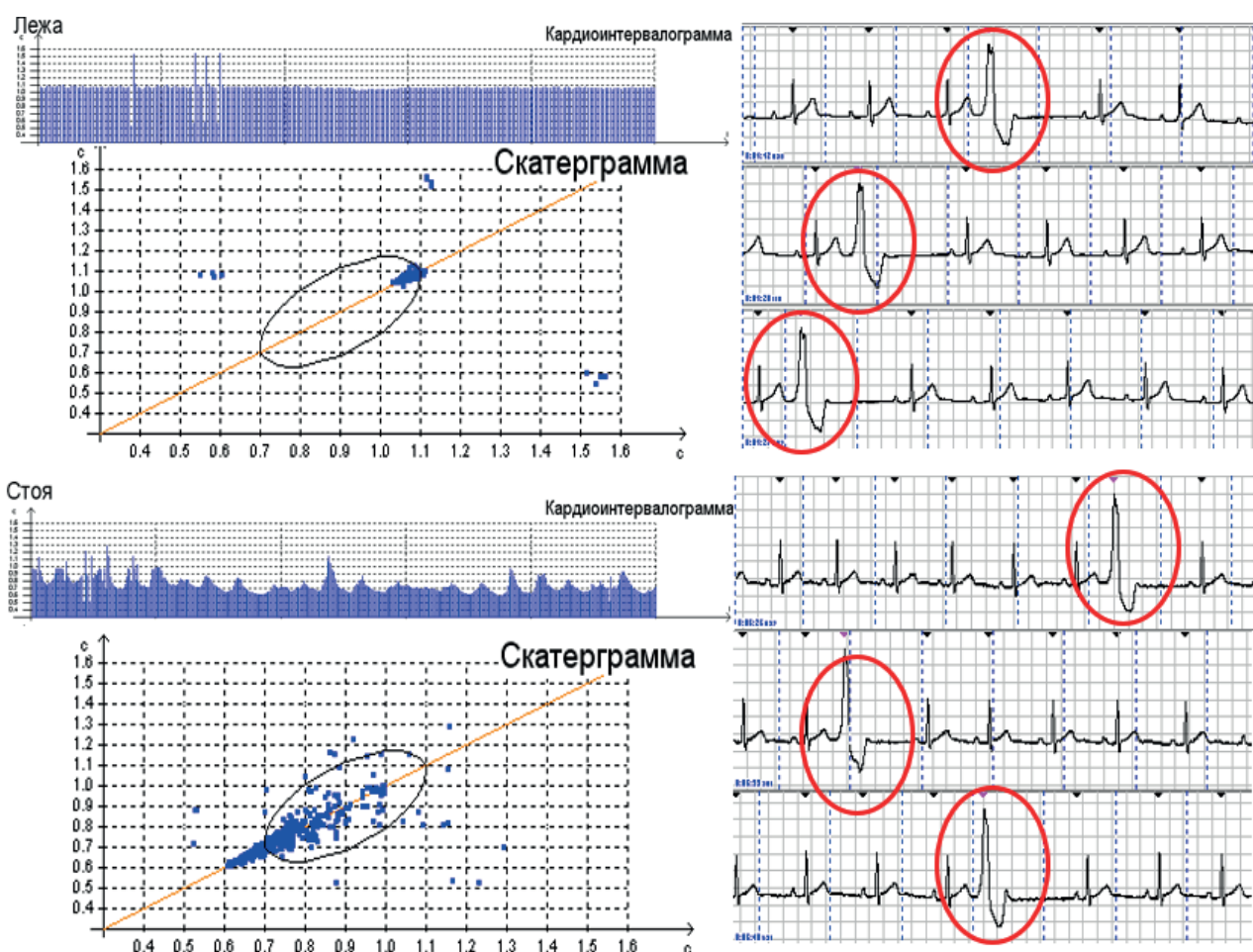
**Таблица 5**  
**Результаты анализа ВСР в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. А. утром до тренировки (II тип регуляции)**

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
18.09.	07:43	муж.	16	56	00:04:59

Основные параметры вариабельности сердечного ритма						
Показатели	Лежа (1)			Стоя (2)		(2-1)/1, %
	Кв.корень	Значение	Оценка	Кв.корень	Значение	
<b>Статистический и автокорреляционный анализ</b>						
1. HR, уд./мин. ....		56	-2,64		79	41,8
5. MxDMn, мс ....		82	-3,32		444	441,9
18. NArr, % ....		1,4			1,8	24,1
19. SI, ....	32,577	1061	3,18	6,658	44	-79,6
<b>Спектральный анализ</b>						
20. TP, мс <sup>2</sup> ....	12,073	145,75	-3,74	89,274	7969,78	639,5
21. HF, мс <sup>2</sup> ....	6,886	47,42	-2,46	24,235	587,33	251,9
22. LF, мс <sup>2</sup> ....	5,284	27,92	-3,9	73,624	5420,45	1293,3
23. VLF, мс <sup>2</sup> ....	4,244	18,01	-4,01	33,298	1108,77	684,7
24. ULF, мс <sup>2</sup> ....	7,239	52,40	-1,59	29,21	853,22	303,5
33. PHF, % ....		50,8	0,94		8,3	-83,8
34. PLF, % ....		29,9	-1,2		76,2	154,6
35. PVLF, % ....		19,3	0,28		15,6	-19,2





**Рис. 7.** Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. А. утром до тренировки

Спортсменов с выраженным устойчивым преобладанием центральной регуляции (II тип) можно отнести к «группе риска» подобные состояния регуляторных систем может служить маркером донозологических состояний, перетренированности, перенапряжения, переутомления, отклонений в состоянии здоровья.

Представлен еще пример (табл. 5, рис. 7) когда у спортсмена в покое очень низкие показатели ВСР  $MxDMn$ ,  $TP$ ,  $HF$ ,  $LF$ ,  $VLF$ ,  $ULF$  и очень высокий  $SI$ . Визуально в покое на кардиоритмограмме отсутствует вариабельность, на скатерграмме локальное скопление точек вверху эллипса и имеется включение отдельного их разброса. На ЭКГ видны множественные экстрасистолы. В ортостазе видно включение парасимпатического отдела, что говорит о парадоксальности вегетативной реактивности. Это также подтверждается показателями ВСР на ортостаз, когда показатели  $MxDMn$ ,  $TP$ ,  $HF$ ,  $LF$ ,  $VLF$ ,  $ULF$  вместо уменьшения увеличиваются, а  $SI$  вместо увеличения резко снижается. В приложениях 1–8

показан ряд примеров с результатами анализа ВСР и ЭКГ у перетренированных спортсменов, которые продолжали тренировочный процесс. Эти спортсмены срочно нуждались в медицинском обследовании.

Поэтому выявление у спортсменов на любых этапах тренировочного процесса постоянно выраженного преобладания центральной регуляции (II тип) требует пристального внимания тренеров, физиологов и врачей.

Результаты проведенных многолетних исследований у спортсменов приводят к заключению о том, что для поддержания нормального уровня функционирования сердца, организм спортсменов со II типом регуляции затрачивает больше усилий, нежели организм спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип).

### ***Тип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип)***

Выделенные в качестве оптимального типа вегетативной регуляции умеренного преобладания автономной регуляции (III тип) подтверждает известное положение, что именно управляемая саморегуляция, позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления. То есть, при оптимальном уровне регулирования управление происходит с минимальным участием высших уровней управления, с минимальной централизацией управления.

Диапазоны значений  $MxDMn$  ВСР в пределах 251–350 мс и умеренные показатели HF, LF, ULF, VLF отражают нижнюю границу, диапазоны значения  $MxDMn$  351–450 мс – среднюю, а 451–550 мс – верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма (III тип) при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз.

Парадоксальные реакции на ортостаз при этом типе регуляции могут проявляться только при избыточности тренировочных нагрузок и при начальных признаках заболеваний ведущих к ухудшению вегетативной реактивности.

При III типе регуляции, по сравнению с испытуемыми I и II типов, достоверно больше длительность R–R и разброс кардиоинтервалов, меньше SI, умеренно выраженная суммарная площадь TP спектра и его волновая структура (HF, LF, VLF, ULF). Умеренное преобладание абсолютных значений HF над LF волнами, свидетельствует об оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными структурами регуляции сердечного ритма.

Подобное состояние ВСР можно принять за физиологическую норму в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма. Предположение о наличии физиологической «нормы» ВСР у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции подтверждают многочисленные данные анализа ВСР у здоровых спортсменов. У этих спортсменов независимо от квалификации, специфики спорта выявлены более высокие функциональные и регуляторно-адаптивные возможности организма, по сравнению со спортсменами с преобладанием центрального контура регуляции.

Понятие нормы включает в себя способность организма спортсмена адекватно изменить свои функциональные параметры и сохранять оптимальность в различных условиях тренировочного процесса и внешней среды (например, в среднегорье на сборах и т. д.).

## Таблица 6

Показатели ВСР в покое и ортостазе у биатлонистки К. У. (МСМК) с преобладанием III типа регуляции утром перед очередной тренировкой

Дата	ЧСС		MxDMn		SI		TP		HF		LF		VLF		ULF	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
12.06.20	47	71	423	314	21	58	8716	5377	4938	178	2498	3236	702	547	578	1414
03.07.20	56	78	498	236	16	131	8347	2801	3804	110	1445	2354	498	229	2589	107
28.07.20	56	90	533	187	14	237	6928	1203	201	35	879	783	638	177	3210	208
09.09.20	46	71	593	273	11	72	10354	2726	6625	106	1393	1623	1041	193	1294	803
12.09.20	47	80	429	231	22	160	5386	1993	3423	43	634	1577	447	177	880	194
15.09.20	58	76	461	218	18	136	5933	1514	2810	103	905	1100	570	105	1646	204

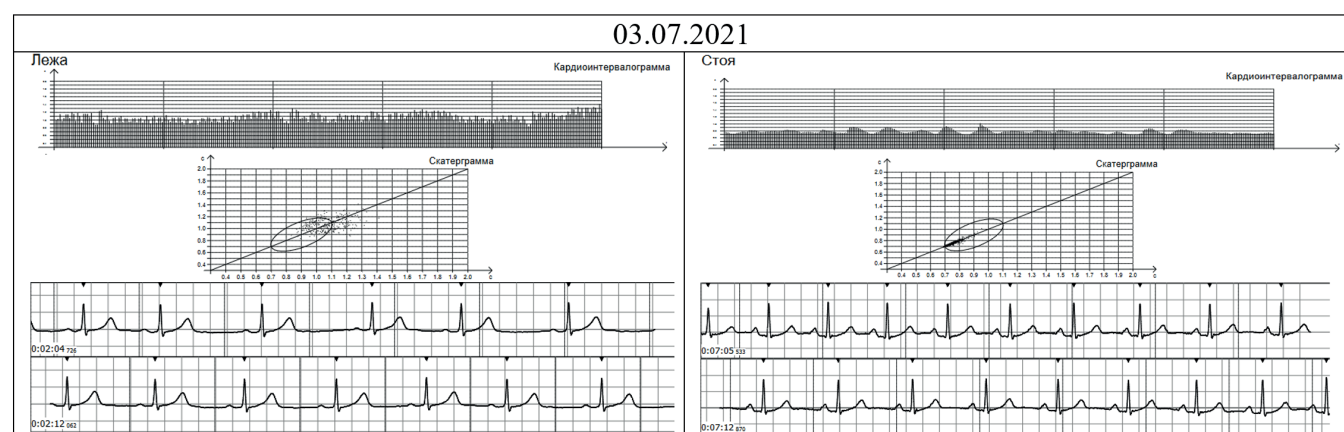


Рис. 8. Показатели кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у биатлонистки К. У. (МСМК) с преобладанием III типа регуляции утром перед очередной тренировкой

У этой спортсменки (МСМК, входит в сборную страны) умеренное преобладание автономного контура регуляции в покое, отсутствие парадоксальных реакций на ортостаз, хорошее восстановление после предыдущего тренировочного дня (III тип).



## Определение IV типа регуляции с выраженным преобладанием автономного контура

Активность соответствующих уровней регуляции тем выше, чем больше мощность медленно-волновых составляющих спектра ВСР. Чем выше уровень регуляции, тем больший объем информации он должен переработать, тем длиннее период колебаний, связанный с его деятельностью. Поэтому смещение периода спектральной составляющей ВСР в сторону увеличения можно интерпретировать как передачу управления на более высокий уровень, как включение в процесс управления дополнительных звеньев [1, 3].

При сравнении показателей ВСР у лиц IV типа и I, II и III типов регуляции выявлено, что при IV типе имеются самые большие значения R-R, большой вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn), и самые низкие показатели SI и самые высокие значения суммарной мощности спектра (TP) и ее составляющих HF, LF, VLF, ULF волн.

Данный пример показывает результаты анализа ВСР у биатлонистки MC (17 лет) с выраженным преобладанием автономного контура регуляции. У нее имеется большой диапазон значений MxDMn >650 мс, большие показатели TP, HF, LF, ULF, VLF при очень малом значении SI и выражено преобладают вазомоторные волны (LF) над дыхательными (HF). В ортостазе отсутствуют парадоксальные реакции.

Таблица 7

Сравнение данных индивидуального портрета ВСР у биатлонистки К. А. (MC) на сборах в 2015, 2017, 2021 гг.

Дата	ЧСС, уд/мин		MxDMn мс		SI		TP		HF		LF		VLF		ULF	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
2015																
24.03.15	44	84	<b>727</b>	210	6	136	<b>21821</b>	2019	1763	121	<b>6791</b>	1104	4582	405	8684	389
04.04.15	42	75	<b>713</b>	236	5	116	<b>25545</b>	2375	2999	153	<b>12286</b>	910	5348	370	4912	941
21.05.15	43	79	<b>755</b>	267	7	90	<b>15942</b>	2234	2169	239	<b>3950</b>	1532	4391	435	5432	28
16.06.15	41	99	<b>676</b>	140	10	372	<b>14644</b>	802	2450	44	<b>6752</b>	333	1101	232	4341	193
22.06.15	44	105	<b>788</b>	138	6	409	<b>41485</b>	693	8151	35	<b>20335</b>	365	5308	162	7690	131
2017																
13.11.17	49	73	<b>778</b>	275	8	92	<b>40177</b>	5272	<b>26499</b>	618	<b>9337</b>	2546	3500	755	841	1353
17.11.17	44	80	<b>824</b>	210	8	137	<b>34346</b>	1881	<b>18254</b>	109	<b>9433</b>	764	4145	700	2514	308
21.11.17	50	77	<b>734</b>	227	7	125	<b>27508</b>	1889	<b>20135</b>	160	<b>5157</b>	1152	585	165	1631	412
22.11.17	48	76	<b>739</b>	295	4	67	<b>33253</b>	3615	<b>23628</b>	166	<b>5043</b>	1800	2034	1040	2548	610
23.11.17	50	70	<b>718</b>	387	7	48	<b>27697</b>	5524	<b>18541</b>	685	<b>5397</b>	2973	1784	1200	1975	667
2021																
24.05.21	40	79	<b>672</b>	215	9	132	<b>10639</b>	1940	<b>6253</b>	102	2609	1022	674	305	1102	509
9.06.21	45	75	<b>752</b>	233	5	132	<b>28819</b>	2579	<b>20292</b>	69	3840	1623	2112	535	2573	351
18.06.21	45	80	<b>693</b>	221	8	106	<b>21394</b>	2235	<b>14380</b>	76	4748	952	962	420	1303	786
9.07.21	40	73	<b>700</b>	237	7	112	<b>12469</b>	1964	<b>7953</b>	77	2331	1462	550	183	1633	241
20.07.21	40	61	<b>795</b>	257	6	49	<b>25296</b>	5653	<b>14918</b>	701	7448	2458	1110	1449	1818	1043
12.08.21	38	62	<b>837</b>	289	6	68	<b>29093</b>	2508	<b>8042</b>	261	7544	1103	3496	517	10009	626

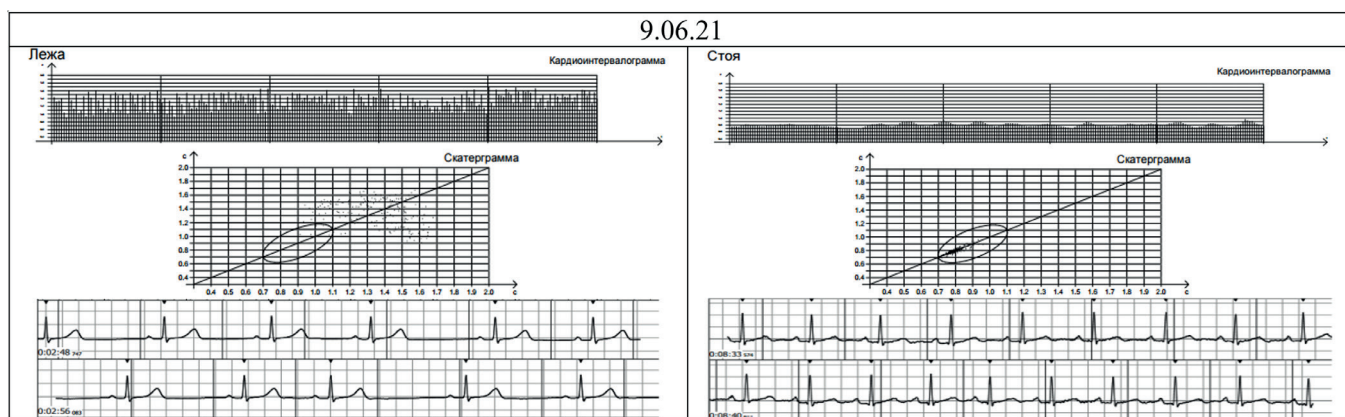


Рис. 9. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у биатлонистки К. А. (МС)

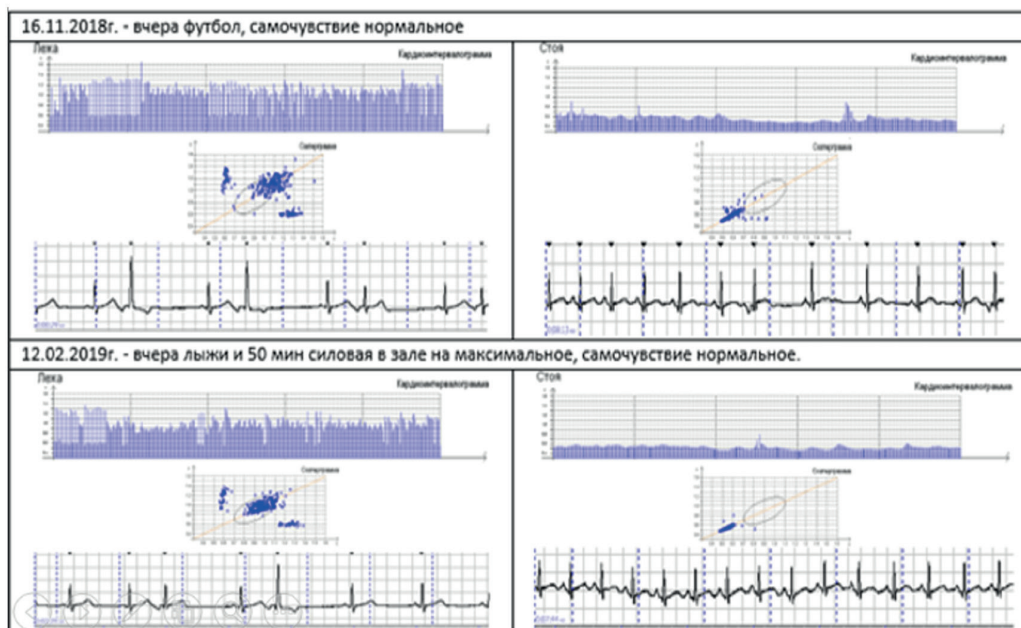
При анализе ВСР выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) чаще встречается у спортсменов при форсированных физических нагрузках. Увеличение R-R и разброса кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ),  $>650$  мс, на фоне умеренной брадикардии резкое снижение SI и наряду с этим существенное увеличение значений TP, HF, VLF, и ULF указывает на выраженное утомление. При этом выявляемая высокая частота аритмий при выраженном преобладании автономного контура регуляции влияет на интерпретацию показателей ВСР. В этом случае нужно вести речь не о состоянии регуляции, а о нарушениях работы синусового узла. В данном примере (табл. 8, рис. 10) в соревновательном периоде у спортсмена нарастают значения  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF в покое. В ортостазе имеются гиперреакции и патологические изменения на кардиоинтервалограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ (IV патологический тип).

Таблица 8

Показатели ВСР у перетренированного биатлониста Л. в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса (IV тип патологический)

Дата	ЧСС уд/мин		$MxDMn$ мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
16.11.2018	58	<b>105</b>	<b>831</b>	<b>223</b>	7	<b>157</b>	<b>31061</b>	2783	<b>21235</b>	<b>401</b>	5460	1228	1764	567	<b>2602</b>	587
12.02.2019	62	<b>112</b>	<b>799</b>	<b>135</b>	11	<b>410</b>	<b>13751</b>	1141	9328	<b>78</b>	3019	557	802	450	602	55
27.02.2019	57	<b>94</b>	<b>1095</b>	<b>275</b>	5	<b>105</b>	<b>15462</b>	3741	<b>32594</b>	<b>301</b>	6965	2837	1398	362	<b>4505</b>	241

■ Выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы



**Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Л. в разные периоды тренировочного процесса.**

**Рис. 10.** Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Л. в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса (IV тип патологический)

Спортсмен перетренирован, но тренер продолжал форсировать тренировочные нагрузки, что привело к серьезным нарушениям сердечного ритма.

Выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) у юных спортсменов свидетельствует об ускоренном, нерациональном пути повышения адаптации сердца и его перенапряжении.

Экспресс-оценка ВСР даже без анализа ЭКГ по кардиоинтервалограмме и скатерграмме позволяет определить нарушение ритма сердца и вовремя направить спортсмена к специалистам. Как показывает практика, при использовании метода анализа ВСР, особенно с ортопробой, у спортсменов нарушения сердечного ритма выявляются чаще спортивными физиологами, чем их обнаруживают врачи на коротких записях ЭКГ и проведение ортопробы. В этом случае врачи просматривают серьезные нарушения сердечного ритма при прохождении спортсменом УМО.

Важно понять, что вегетативная дисрегуляция и ортостатическая неустойчивость — ранние признаки дистрофии миокарда на фоне хронического, физического перенапряжения [10, 16].

Однако имеются данные, о том, что выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва, способны развиваться как вследствие продолжительного поддержания хорошей физической формы и могут повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки. Поэтому постоянно выраженное

преобладание автономного контура регуляции (IV тип) может носить патологический характер и может быть причиной серьезных отклонений со стороны сердечно-сосудистой системы.

Подводя итоги сказанному, можно отметить, что не может быть грамотного подхода к тренировочному процессу спортсменов (особенно юных) без ежедневного контроля за состоянием вегетативного баланса в покое вегетативной реактивности при ортостазе, то есть без анализа ВСР.

### **3. ОРТОСТАТИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИ АНАЛИЗЕ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

Проведение ортостатического тестирования при анализе ВСР является важным, так как позволяет более детально определять уровень вегетативной реактивности и резервных возможностей организма спортсменов путем определения активности автономного и центрального контуров регуляции. Эта проба применяется многими исследователями при анализе ВСР, однако трактовка полученных результатов очень разноречива.

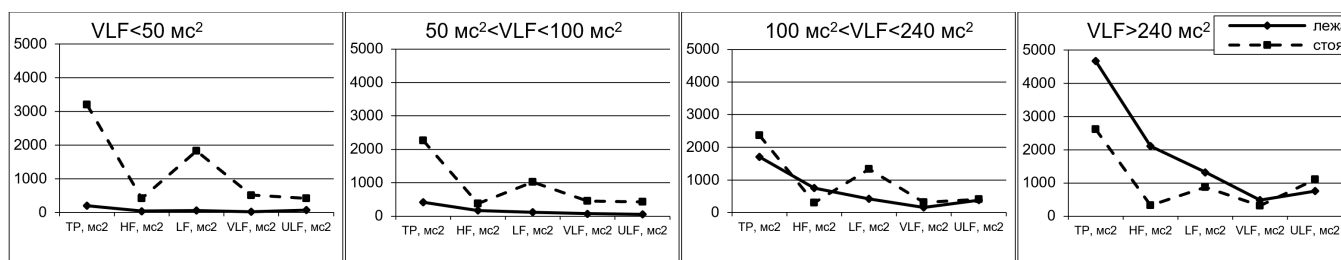
В работах Шлык Н. И. [20, 24, 25 и др.] установлено, что типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но и по вегетативной реактивности, которая определяется по ортостатическому тестированию.

Установлено, что характер реакции организма на ортостаз в первую очередь зависит от преобладающего типа вегетативной регуляции, а не от возраста спортсмена и вида спорта. По результатам анализа ВСР выявлено четыре варианта реакции на ортостатическое тестирование (оптимальная реакция, парадоксальная реакция, гипореакция, гиперреакция).

При этом важно обращать внимание на исходные значения показателей  $MxDMn$  и VLF в покое. Установлено, чем меньше исходные показатели вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) и очень низкочастотных волн (VLF), тем больше напряжение регуляторных систем и более выражена парадоксальная вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие.

Так, например, при исходном значении VLF больше 240 реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие носит оптимальный характер (увеличивается ЧСС, SI, уменьшаются показатели  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF), а при значении VLF меньше 240 имеется парадоксальный ответ (увеличиваются значения  $MxDMn$ , TP, LF, VLF, вместо уменьшения и снижается показатель, а SI вместо увеличения) (рис. 11).





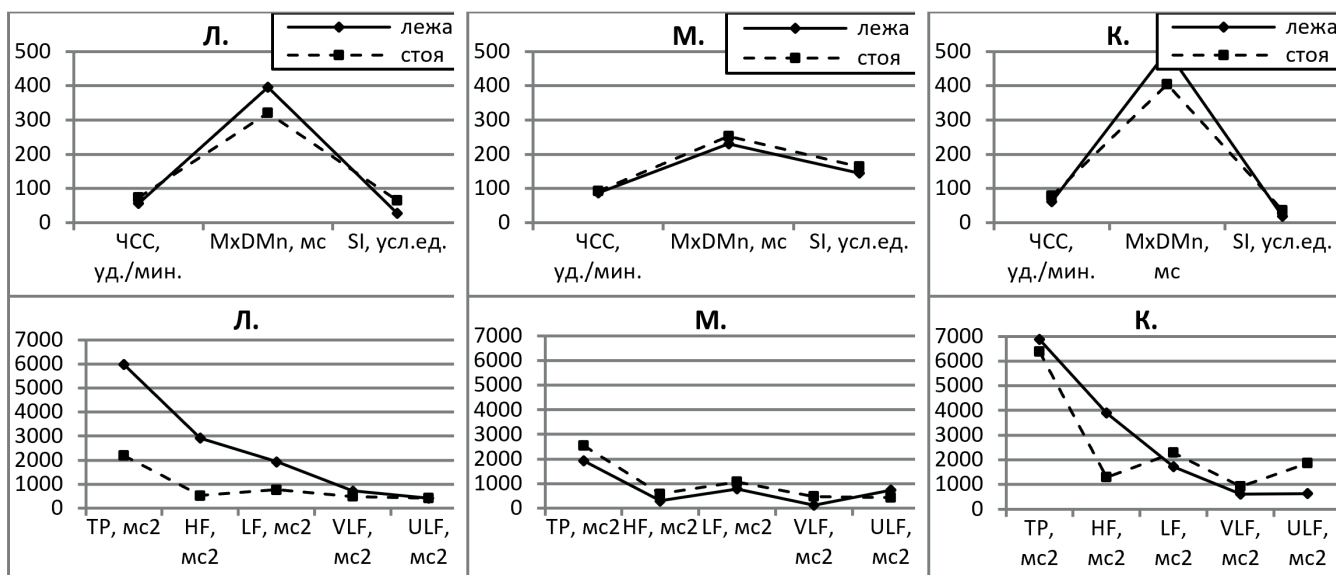
**Рис. 11.** Особенности вегетативной реактивности при ортостатической пробе при разных исходных значениях VLF мс<sup>2</sup>

Представленный анализ ВСР у трех спортсменок в таблице 9 и рисунке 12 показывает, что после предыдущего тренировочного дня они различаются между собой по уровню вегетативного гомеостаза, вегетативной реактивности на ортостаз и уровню восстановления. Исходя из данных анализа ВСР, только биатлонистка (Л.) имеет оптимальный уровень вегетативного баланса в покое (III тип) и нормальную реакцию на ортостатическую пробу, что говорит о хорошем восстановлении и функциональной готовности организма к выполнению нового объема тренировочных нагрузок. Две другие спортсменки полностью не восстановились, и особенно биатлонистка М. Она имеет выраженное преобладание центрального контура регуляции в покое (II тип) и парадоксальную реакцию на ортостаз (увеличение показателей MxDMn, TP, HF, LF, VLF вместо снижения). Важно подчеркнуть, что выраженное включение в процесс управления центрального контура регуляции у этой спортсменки не поддается коррекции со стороны автономного контура регуляции в результате перетренированности. Обе спортсменки подлежат углубленному медицинскому обследованию (УМО).

**Таблица 9**  
**Результаты экспресс-анализа ВСР у спортсменок после предыдущего тренировочного дня (утром)**

28.03	ЧСС, уд/мин.		MxDMn, мс		SI, усл. ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
Л.	56	73	395	320	28	64	5979	2197	2915	522	1933	761	712	488	418	425
М.	<b>87</b>	<b>92</b>	230	<b>252</b>	<b>145</b>	<b>163</b>	1919	<b>2539</b>	292	<b>580</b>	779	<b>1059</b>	<b>117</b>	<b>468</b>	731	432
К.	61	78	<b>501</b>	<b>405</b>	19	<b>35</b>	6870	<b>6371</b>	3897	1301	1724	<b>2292</b>	621	<b>927</b>	629	<b>1851</b>

\* выделенные показатели ВСР указывают на их парадоксальные значения.



**Рис. 12.** Данные анализа ВСР у трех биатлонисток (14 лет) при ортостазе на следующий день после выполнения одинаковых тренировочных нагрузок

Таким образом, проведение ортостатической пробы при анализе ВСР позволяет более точно определить функциональное состояние и степень перетренированности организма по состоянию недостаточного, избыточного или парадоксального включения вегетативного управления.

Данные анализа ВСР юных спортсменов с III и IV типами регуляции носят совсем иной характер вегетативной реактивности на ортостаз по сравнению со спортсменами с преобладанием центрального контура регуляции.

У них в ответ на ортостаз уменьшаются временные показатели ВСР, МхDMn и умеренно увеличивается SI, снижаются абсолютные показатели спектра ВСР HF, LF, VLF. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и регуляторно-адаптивных возможностях организма. У спортсменов с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (IV тип) вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие более выражена. Этот вариант реакции в основном характерен для высокотренированных или перетренированных спортсменов, но с иной трактовкой результатов. У последних она должна рассматриваться как гиперреакция и чаще выражается в аритмическом варианте. В этом случае нужно говорить о нарушении работы синусового узла.

Ортостатическая проба с одновременным определением функционального состояния симпатико-адреналовой системы позволяет диагностировать синдром перенапряжения сердца у спортсменов, несмотря на отсутствие изменений со стороны кардио- и гемодинамики в покое [10].

Таким образом, анализ ВСР выявил, что в зависимости от типа вегетативной регуляции реакция дыхательных (HF), вазомоторных (LF) и эрготропных надсегментарных (VLF) центров на ортостатическое воздействие количественно и качественно различна.

Поэтому появление неблагоприятных реакций на ортостаз требует пристального внимания физиолога, врача и тренера. Однако многими исследователями эта проба игнорируется. И тем самым открывается возможность для ложной интерпретации результатов ВСР, полученных в покое. Таким образом, оценка вегетативного баланса в покое и вегетативной реактивности при ортостазе с учетом преобладающего типа регуляции позволяет избежать ошибок в трактовке результатов анализа ВСР.

#### **4. НОРМАТИВЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВСР У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ РЕГУЛЯЦИИ С УЧЕТОМ ЗНАЧЕНИЙ $MxDMn$ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ (НА ПРИМЕРЕ БИАТЛОНИСТОВ)**

Цель исследования — по результатам индивидуальных динамических экспресс-исследований вариабельности сердечного ритма (ВСР) у биатлонистов составить нормативы показателей ВСР в покое и ортостазе с учетом разных диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) и выявить особенности изменения их в тренировочном процессе при нарушениях кардиорегуляторных систем, работы синусового узла, восстановительных процессов, перетренированности и ухудшении спортивных результатов.

##### **Методы и организация исследований**

Проведены динамические исследования ВСР в покое и ортостазе у 90 биатлонистов в возрасте 17–22 лет имеющие спортивные квалификации 1 взрослый разряд, КМС и МС в разные периоды тренировочного процесса. Исследования ВСР проводились в лаборатории школы биатлона центра спортивной подготовки сборных команд Удмуртской республики города Ижевска утром в восстановительном периоде после предыдущего тренировочного дня перед первой тренировкой с помощью аппарата Варикард 2.52 и программы «Варикард МП» г. Рязань. Запись кардиоинтервалов у биатлонистов проводилась в течение 5 мин. лежа и 6 мин. в положении стоя. При использовании программы «Варикард МП» проводилась запись кардиоинтервалов одновременно у четырех спортсменов. Всего проведено 2170 исследований.

## Результаты исследования и их обсуждение

На обоих рисунках показаны различия в состоянии регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма у биатлонистов в покое, выполняющих одинаковые тренировочные нагрузки на протяжении всех сборов (рис. 13 и 14). Отсутствие индивидуального подхода в тренировочном процессе приводит к напряжению регуляторных систем в первую очередь у спортсменов с исходно-низкими функциональными состояниями.

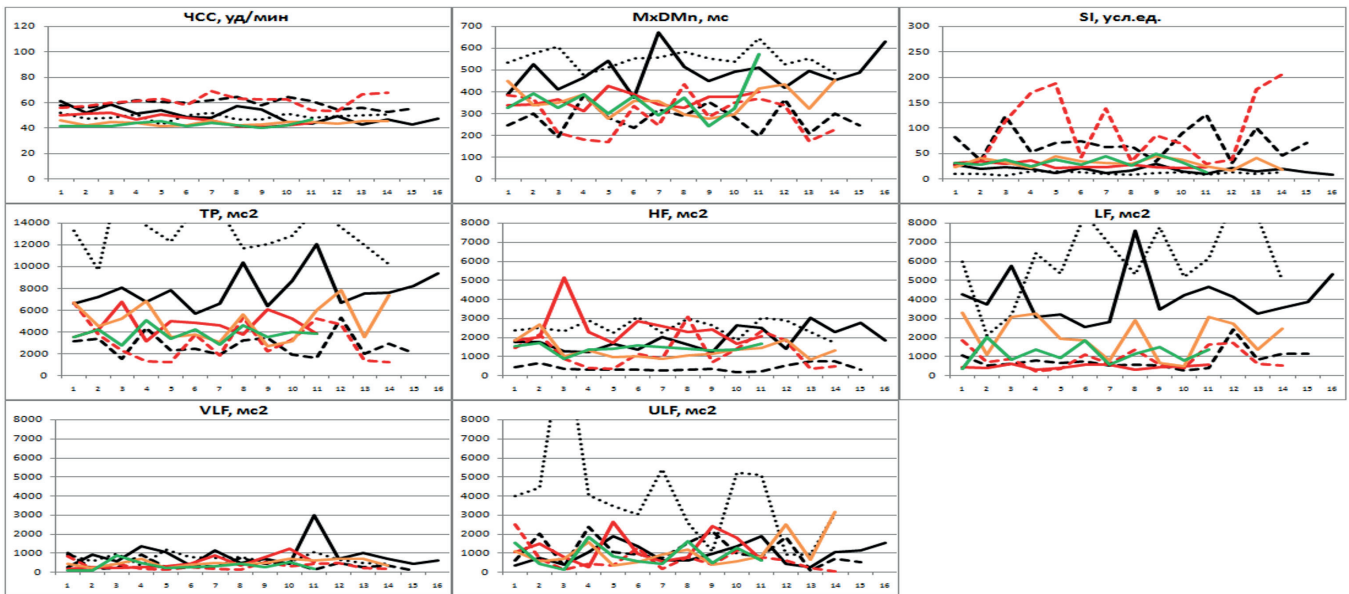


Рис. 13. Различия в состоянии регуляторных систем у биатлонистов (юниоры) на сборах в Абзаково 2017

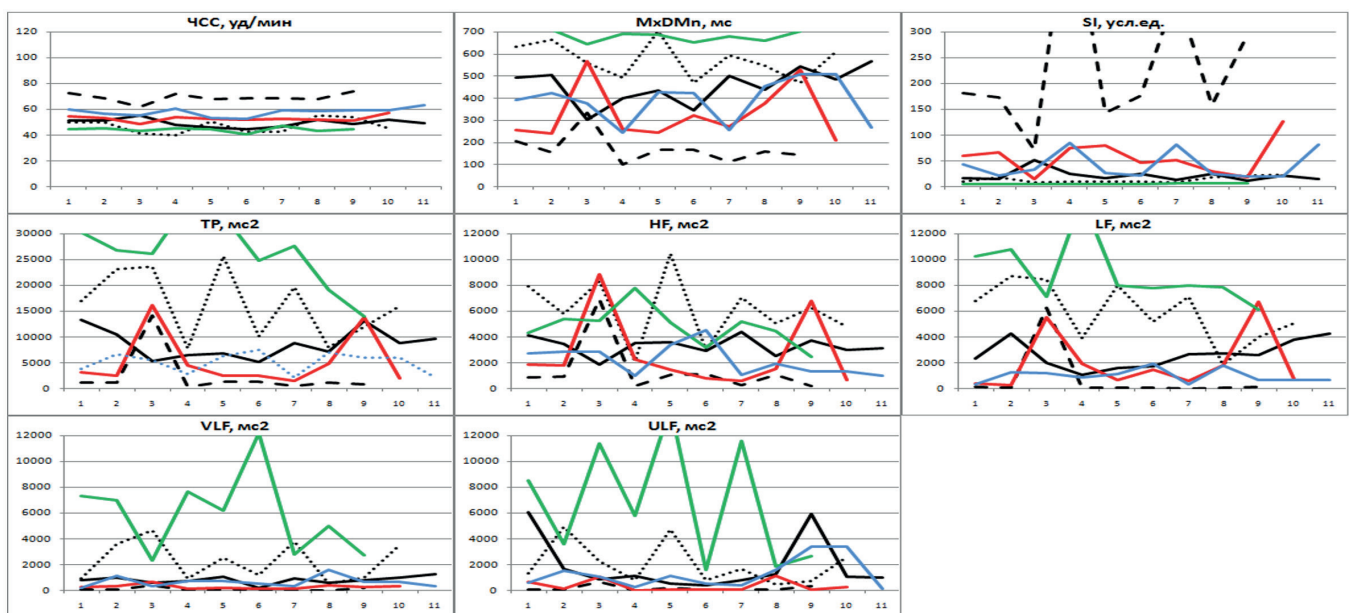


Рис. 14. Различия в состоянии регуляторных систем у биатлонисток-юниорок на сборах в Абзаково в подготовительном периоде



Как правило, при проведении тренировочного процесса тренеры оценивают уровень восстановительных процессов и степень функциональной готовности спортсменов к тренировочным нагрузкам в основном по частоте сердечных сокращений (ЧСС) без учета индивидуального состояния адапционно-резервных возможностей организма, то есть без анализа ВСР. Изменение ЧСС — универсальная, оперативная реакция организма на любое воздействие внешней среды, и осуществляется включением многочисленных регуляторных механизмов. Влияния различных регуляторных систем на ритм сердца взаимосвязаны, и установить эти связи в силу их сложности не всегда возможно. Одна из задач этого механизма состоит в том, чтобы обеспечить баланс между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, то есть обеспечить вегетативный гомеостаз. Одной и той же ЧСС могут соответствовать включения разных регуляторных систем.

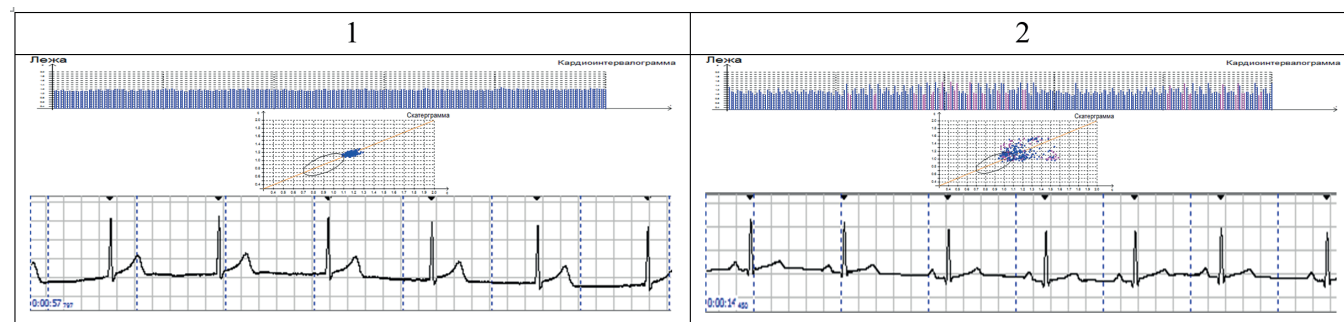
В таблице 10 и рисунке 15 представлены результаты экспресс-анализа ВСР в покое и ортостазе у двух биатлонистов с одинаковой ЧСС (51 уд/мин), но разным уровнем вегетативного баланса и разной вегетативной реактивностью организма при ортостазе. У первого спортсмена выражено преобладают центральные структуры регуляции. Это видно по малым значениям показателей ВСР в покое (MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF), большому SI и парадоксальным реакциям на ортостаз (увеличение значений MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF вместо снижения, уменьшение SI вместо увеличения). У второго спортсмена при такой же ЧСС наблюдается, наоборот, выраженное преобладание автономного контура регуляции и большие значения всех показателей ВСР в покое (патологический тип регуляции), кроме SI (IV патологический тип регуляции). При визуальной оценке кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое у первого спортсмена на кардиоритмограмме отсутствует вариабельность, на скатерграмме имеется локальное скопление точек, а на ЭКГ виден жесткий ритм сердца. Вариабельность — один из важных механизмов приспособления. Отсутствие вариабельности у этого спортсмена указывает на ухудшение адапционно-резервных возможностей организма. У второго спортсмена на кардиоритмограмме, скатерграмме и ЭКГ видны нарушения сердечного ритма, которые особенно выражены на второй, третьей и пятой минутах записи кардиоинтервалограммы (рисунок 15). Таким образом, у обоих биатлонистов при одинаковой ЧСС отмечается в разной степени нарушение регуляции в покое и ортостазе в результате выраженного утомления. У первого утомление идет по центральному типу регуляции, а у второго по автономному типу

**Таблица 10**

**Различия в показателях ВСР в покое и ортостазе у двух биатлонистов при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)**

№	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
1	51	67	173	200	161	138	900	1045	411	93	261	490	192	281	36	182
2	51	61	600	318	14	45	22040	3616	7092	1814	6541	1028	3241	441	5165	332

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы



**Рис. 15.** Кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у двух биатлонистов утром перед тренировкой при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)

Анализируя переносимость физических нагрузок только по ЧСС, тренеры зачастую не знают, что тренируют перетренированных спортсменов, что приводит к серьезным нарушениям сердечного ритма, которые порой могут служить причиной летальных исходов. При проведении пилотных исследований ВСР в ДЮСШ и ШВСМ нами были обнаружены спортсмены с серьезными нарушениями сердечного ритма. В приложениях 1 и 6 приводятся примеры записи ВСР у перетренированных спортсменов непосредственно перед очередной тренировкой. Эти спортсмены должны быть сняты с тренировочного процесса отправлены на лечение к кардиологу.

Это еще раз подчеркивает важность применения метода анализа ВСР перед каждым тренировочным занятием и соревнованиями.

В процессе исследования ВСР у спортсменов основное предпочтение отдавалось анализу изменения диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn), при которых изменялся вегетативный гомеостаз в покое и качество реакций на ортостаз.

Так при анализе 2170 результатов исследований ВСР у биатлонистов в тренировочном процессе выделено семь диапазонов значений MxDMn в покое: < 150, 151–250, 251–350, 351–450, 451–550, 551–650 и > 650 мс, которые соответствуют разным типам вегетативной регуляции. На

этой основе были разработаны нормативы показателей ВСР для разных преобладающих типов вегетативной регуляции.

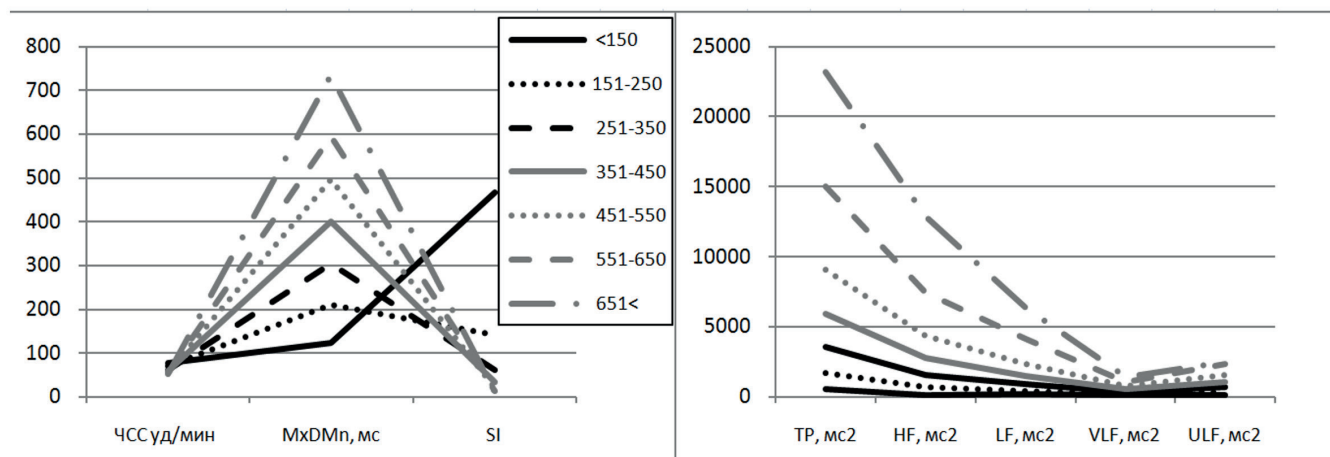
В таблицах 11, 12, 13, 14 приведены результаты нормативов показателей ВСР у биатлонистов в покое и ортостазе при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) с учетом преобладания в волновой структуре спектра дыхательных (HF), вазомоторных волн (LF), оптимальных и парадоксальных реакций на ортостаз.

При диапазоне значения  $MxDMn < 150$  мс отмечаются самые высокие показатели SI и очень низкие значения волновой структуры спектра HF, LF и особенно VLF и ULF волн. При этом диапазоне мощность VLF волн всегда ниже 240 и в основном встречается при выраженном преобладании центрального контура регуляции (II тип регуляции). Для умеренного преобладания центральных влияний на ритм сердца соответствует диапазон вариационного размаха кардиоинтервалов в пределах 151–250 мс, когда умеренно снижен SI и увеличены показатели волновой структуры спектра (HF, LF, VLF, ULF) ВСР (I тип регуляции).

Диапазон значения  $MxDMn$  в пределах 251–350 мс и умеренные показатели HF, LF, VLF, ULF ВСР отражают нижнюю границу, диапазон 351–450 мс – среднюю, а 451–550 мс – верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма (III тип). Для выраженного преобладания автономного контура регуляции характерны диапазоны значений  $MxDMn$  ВСР в пределах 551–650 мс с более выраженным увеличением показателей TP, HF, LF, VLF, ULF (IV тип) по сравнению с вышеуказанными диапазонами. Значительный рост значения  $MxDMn > 650$  мс и показателей TP, HF, LF, VLF, ULF, а также резкое уменьшение SI требуют серьезного анализа сердечного ритма. Увеличение значения  $MxDMn > 650$  мс может указывать как на различные нарушения сердечного ритма, так и на их отсутствие. В данном случае обязательно использовался визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатертограммой ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе.

Так в табл. 11 и на рис. 16 показано, что с увеличением диапазона разброса кардиоинтервалов  $MxDMn$  в покое от  $< 150$  до 651 мс увеличиваются показатели волновой структуры спектра ВСР: TP, HF, LF, VLF, ULF и снижаются показатели SI, ЧСС. Наибольшее число исследований встречается при вариационном размахе кардиоинтервалов в диапазонах  $MxDMn$  351–450, 251–350 и 451–550 мс. При этом независимо от величины диапазонов  $MxDMn$  ВСР у биатлонистов преобладают дыхательные волны (HF) над вазомоторными (LF), что говорит о смещении

вегетативного баланса в сторону парасимпатической активности. Так, при анализе 2170 исследований ВСР в 1501 случаях (69,2 %) выявлено наличие преобладания HF-волн.



**Рис. 16.** Различия в показателях ВСР у юных биатлонистов с преобладанием дыхательных волн (HF) при разных диапазонах значения MxDMn в покое

**Таблица 11**

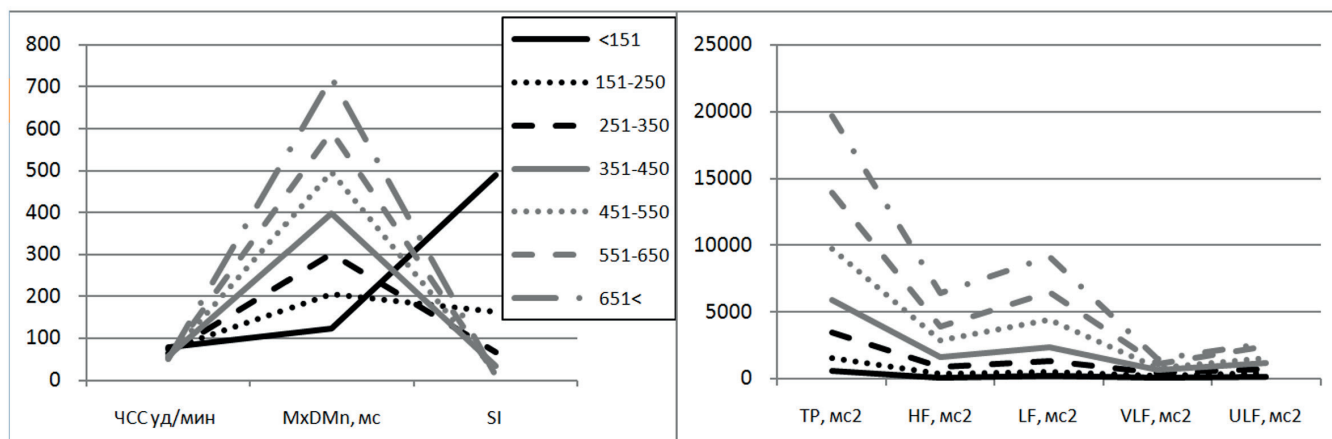
**Нормативы показателей ВСР у биатлонистов с преобладанием дыхательных волн (HF) в покое и оптимальных реакций на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)**

Количество исследований	Диапазон значений MxDMn мс	ЧСС уд/мин		MxDMn, мс		SI усл. ед.		TP, мс²		HF, мс²		LF, мс²		VLF, мс²		ULF, мс²	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
6	MxDMn <150	74	100	125	114	418	638	594	506	246	153	148	191	100	105	99	57
	M <sub>+m</sub>	13	16	8	7	62	92	195	155	152	195	78	74	29	75	77	36
144	MxDMn 151-250	74	100	208	141	162	574	1764	946	448	78	622	537	270	192	424	140
	M <sub>+m</sub>	11	11	26	40	64	427	1331	636	582	82	619	412	150	153	284	119
365	MxDMn 251-350	61	91	305	189	59	349	3565	1555	1693	170	845	792	353	355	674	238
	M <sub>+m</sub>	9	14	29	60	21	359	1014	1063	736	233	409	662	180	317	525	246
440	MxDMn 351-450	59	89	400	218	32	256	5954	2011	2999	226	1324	1067	568	423	1062	295
	M <sub>+m</sub>	8	13	28	73	9	253	1671	1441	1411	325	658	979	329	338	826	327
278	MxDMn 451-550	57	87	495	242	21	225	8833	2587	4678	398	1862	1280	733	524	1560	385
	M <sub>+m</sub>	8	15	27	95	8	244	2525	1957	2195	636	907	998	333	457	1343	455
173	MxDMn 551-650	55	88	597	264	14	210	15348	3275	8536	509	3376	1683	1092	659	2344	424
	M <sub>+m</sub>	6	13	28	104	4	286	5401	2813	4786	823	1920	1733	594	673	1838	406
95	MxDMn 651<	52	87	739	257	10	199	24149	3487	14641	439	5573	1903	1454	642	2481	503
	M <sub>+m</sub>	6	15	85	101	4	311	17344	2952	13796	526	3865	1744	1193	527	2184	656

**Таблица 12**

**Нормативы показателей ВСР у биатлонистов с преобладанием вазомоторных волн (LF) в покое и оптимальных реакций на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)**

Количество исследований	Диапазон значений MxDMn мс	ЧСС уд/мин		MxDMn, мс		SI усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
9	MxDMn <150	79	104	124	88	498	1207	622	306	116	22	270	117	120	77	117	90
	M+m	10	17	25	19	281	598	262	151	60	16	133	64	71	75	78	85
63	MxDMn 151-250	75	99	205	142	164	569	1528	947	340	84	513	548	246	181	429	133
	M+m	10	12	25	43	58	421	457	736	187	107	223	541	108	141	289	113
82	MxDMn 251-350	66	95	303	187	68	383	3446	1632	917	127	1342	931	460	350	728	225
	M+m	10	15	28	62	24	446	1028	1365	428	117	574	871	219	411	560	204
99	MxDMn 351-450	59	90	398	229	34	276	5864	2638	1615	216	2396	1667	637	473	1217	283
	M+m	10	14	27	83	11	413	1733	1974	645	258	1169	1707	344	417	969	291
70	MxDMn 451-550	55	88	496	279	20	210	9702	4276	2880	371	4442	2933	800	541	1580	432
	M+m	7	17	27	122	7	263	2430	3907	1135	433	1991	3132	363	449	1490	531
56	MxDMn 551-650	52	81	592	320	14	127	13929	5486	3875	482	6498	3854	1085	584	2470	565
	M+m	6	15	28	129	5	121	4616	4536	1783	513	3145	3571	565	346	2042	644
27	MxDMn 651<	50	81	722	341	10	134	19712	5669	6443	580	9159	3679	1474	861	2635	550
	M+m	6	15	67	156	4	176	7751	4849	3505	713	5010	3663	1176	596	2333	478



**Рис. 17.** Показатели ВСР с преобладанием вазомоторных волн (LF) при разных диапазонах значений MxDMn у биатлонистов в покое утром до первой тренировки

Согласно результатам анализа ВСР в табл. 12 и на рис. 17, отмечается наличие выраженного преобладания LF волн во всех диапазонах значений MxDMn, что указывает на смещение вегетативного баланса в сторону симпатического канала регуляции. Эти результаты встречались в 406 (18,7 %) случаях исследований. Преобладание LF волн над



HF волнами характеризуют как стрессреализующий процесс, который имеет большое значение в мобилизации организма в соревновательный период. Однако преобладание вазомоторных волн LF в спектре в подготовительном и предсоревновательном периодах тренировочного процесса может указывать на выраженное напряжение адаптационно-резервных механизмов кардиорегуляторных систем.

Таким образом, у биатлонистов при одинаковых диапазонах значений MxDMn, но с разным преобладанием HF или LF волн в спектре ВСР говорит о разном состоянии вегетативного баланса, и тренер должен это учитывать.

В табл. 13 и 14 приведены результаты исследований ВСР в покое и ортостазе при разных диапазонах значений MxDMn с учетом разного преобладания HF и LF и наличием парадоксальных реакций на ортостаз. Это еще раз показывает, что проведение ортостатического тестирования при исследованиях ВСР является обязательным, так как позволяет своевременно и более точно определять уровень вегетативной реактивности и адаптационно-регуляторных нарушений у тренирующихся спортсменов [20, 24].

**Таблица 13**

**Результаты анализа ВСР у биатлонистов с разными диапазонами MxDMn с преобладанием HF волн в покое и неблагоприятными реакциями на ортостаз**

Количество исследований	Диапазон разброса значений MxDMn мс	ЧСС уд/мин		MxDMn, мс		SI усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
16	MxDMn <150	71	90	126	196	395	248	635	1577	309	160	121	954	80	251	124	211
	M±m	11	12	15	42	141	150	167	771	131	94	76	677	38	115	102	161
27	MxDMn 151-250	62	84	200	264	144	131	1515	2668	705	304	330	1459	187	531	294	375
	M±m	10	10	26	65	68	64	572	1447	376	485	173	887	99	385	231	359
40	MxDMn 251-350	58	77	291	347	60	83	3314	4072	1598	584	791	2163	318	764	607	562
	M±m	10	12	28	77	19	157	891	1916	670	576	322	1325	151	452	403	521
14	MxDMn 351-450	49	69	387	450	31	32	5360	7460	2644	1618	1264	3472	592	1609	860	760
	M±m	8	11	25	74	10	14	1066	3303	993	1325	682	2195	216	741	650	441
5	MxDMn 451-550	50	62	463	533	22	19	7647	8513	4043	1879	2004	2414	585	1683	1015	2538
	M±m	4	5	9	53	4	7	646	3875	828	1411	306	880	239	730	635	1662
20	MxDMn 551-650	49	64	568	706	20	17	25541	22810	17922	11615	6082	8068	865	2407	673	720
	M±m	13	7	14	129	7	6	24366	16616	19827	15050	5237	3640	367	707	238	308

**Таблица 14**

**Результаты анализа ВСР у биатлонистов с разными диапазонами МхDMn с преобладанием LF волн в покое и неблагоприятными реакциями на ортостаз**

Количество исследований	Диапазон разброса значений МхDMn мс	ЧСС уд/мин		МхDMn, мс		SI усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
13	МхDMn <150	70	88	116	186	517	296	584	1581	129	201	205	842	98	289	152	248
	M+m	12	14	23	56	268	205	208	1492	85	331	111	971	41	219	124	401
71	МхDMn 151-250	63	83	186	280	193	121	1616	3854	414	350	651	2097	270	851	282	555
	M+m	14	15	21	97	63	76	574	3584	204	396	327	1809	131	1147	171	624
17	МхDMn 251-350	50	70	305	370	51	49	3948	5720	1260	728	1789	3421	449	1114	450	457
	M+m	8	8	33	40	15	23	1179	1843	438	624	729	1708	200	1025	338	355
7	МхDMn 351-450	50	68	389	417	28	112	5627	3647	1529	189	2741	2929	696	230	662	299
	M+m	8	4	28	42	5	76	952	2277	504	113	975	2393	463	74	369	228
26	МхDMn 451-550	46	63	465	525	15	21	10207	11647	3289	1046	5128	9410	510	700	1280	491
	M+m	6	11	12	75	2	14	1862	745	649	275	1934	1574	31	16	607	539
7	МхDMn 551-650	47	58	631	685	11	8	16521	13526	3439	2120	8501	8575	831	1598	3750	1234
	M+m	5	3	14	62	4	1	2922	677	611	865	2450	3126	365	1454	718	130

Неблагоприятные реакции у биатлонистов с преобладанием HF волн встречались в 122 (5,6 %) случаях, а с преобладанием LF волн в 141 (6,5 %) случаев.

Как в табл. 13, так и табл. 14 парадоксальность реакций на ортостаз заключается в увеличении показателей ВСР МхDMn, TP, LF, VLF вместо уменьшения, за исключением HF-волн, а также в виде гипо- или гиперреакций. При этом SI может резко возрастать, снижаться или оставаться неизменным. Неблагоприятные реакции на ортостаз встречались у биатлонистов во все периоды тренировочного процесса при недовосстановлении в результате выраженного утомления, перетренированности, отклонениях в состоянии здоровья, при нарушениях спортивного режима, нарушении сна, жалобах на боли в мышцах и др. Они также встречались и после дней отдыха, что связано с неправильным планированием нагрузок в микроцикле, несоблюдением спортивного режима в эти дни и другими причинами.

**Таблица 15**

**Количество исследований ВСР в покое и неблагоприятных реакций на ортостаз при разных диапазонах значений MxDMn у биатлонистов в разные периоды тренировочного процесса**

Диапазоны значения MxDMn мс	Подготовительный		Предсоревновательный		Соревновательный		Общее количество	
	Кол-во исследований	Неблагоприят. реакции	Кол-во исследований	Неблагоприят. реакции	Кол-во исследований	Неблагоприят. реакции	Общее кол-во реакций	Неблагоприят. реакции
<150	35	16	7	3	12	6	54	25
151-250	198	66	100	22	71	17	369	105
251-350	241	26	107	9	154	17	502	52
351-450	235	12	106	7	160	4	501	23
451-550	146	4	78	9	99	3	323	16
551-650	108	14	49	11	71	9	228	34
>651	78	26	34	8	45	11	157	45
Всего	1041	164	481	69	612	67	2134	300

Показано, что во все периоды тренировочного процесса у спортсменов наиболее часто встречаются значения MxDMn ВСР в диапазонах 251–350, 351–450, 151–250 и 451–550 мс, особенно в подготовительный период. В этом же периоде регистрируется большее число парадоксальных реакций на ортостаз по сравнению с предсоревновательным и соревновательным периодами. Важно отметить, что при самых малых значениях MxDMn < 150, 151–250 мс, характеризующих преобладание центрального контура регуляции, и самых больших > 651 мс, указывающих на выраженное преобладание автономного контура регуляции, выявляется наибольшее количество неблагоприятных реакций. В этом случае как раз большое значение имеет ортостатическое тестирование, при котором в норме у спортсменов вариабельность ритма сердца будет значительно снижаться, а напряжение систем регуляции возрастать. При отклонениях в состоянии кардиорегуляторных систем будет обратная картина. Поэтому биатлонисты с постоянно очень низкими или высокими значениями MxDMn ВСР и наличием неблагоприятных реакций на ортостаз требуют особого внимания тренеров, физиологов спорта, врачей и самих спортсменов.

Визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСР и ЭКГ является неотъемлемой частью анализа ВСР.

В табл. 16 приведены результаты анализа ВСР у перетренированного биатлониста Л. В. в периоды тренировочного процесса, у которого особое внимание необходимо обратить на значительную выраженность вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) и показателей TP, HF, LF, VLF, ULF в покое. На рис. 18 у него четко видны экстрасистолы на

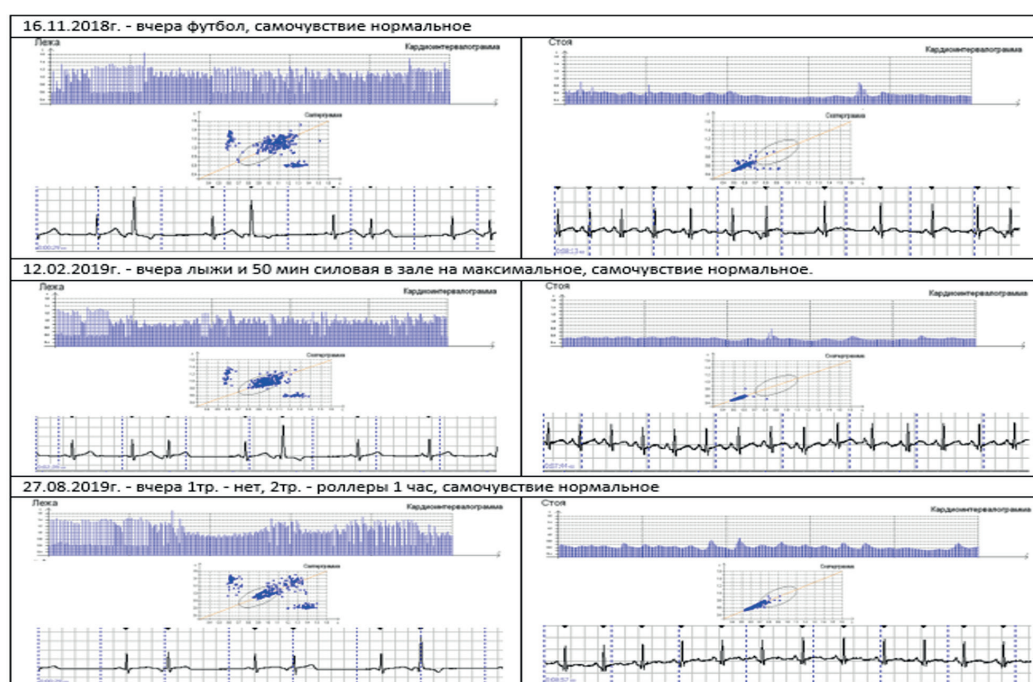
кардиоритмограммах, выраженный разброс точек на скатерграммах и серьезные нарушения сердечного ритма на ЭКГ а покое и ортостазе в разные дни исследований. В данном случае нельзя оценивать состояние регуляции, здесь нужно вести речь о нарушении работы синусового узла. Этот спортсмен давно перетренирован и ему требуется восстановительное лечение. Этот пример еще раз подчеркивает, что анализ ВСР является незаменимым методом в диагностике перетренированности.

**Таблица 16**

**Показатели ВСР у перетренированного биатлониста Л. в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса при больших значениях MxDMn**

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	Лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
16.11.18	58	105	831	223	7	157	31061	2783	21235	401	5460	1228	1764	567	2602	587
12.2.19	62	112	799	135	11	410	13751	1141	9328	78	3019	557	802	450	602	55
27.2.19	57	94	1095	275	5	105	15462	3741	32594	301	6965	2837	1398	362	4505	241

- выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы



**Рис. 18.** Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Л. в разные периоды тренировочного процесса

При оценке работы синусового узла проведен анализ устойчивости диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) у 45 биатлонистов в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах (Табл. 17)

Установлено, что у каждого биатлониста в покое отмечается частое изменение диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) в результате перехода кардиорегуляции с одного уровня на другой независимо от периодов тренировочного процесса.

В таблице 17 показано, что в подготовительном периоде по сравнению с другими периодами встречается наибольшее число исследований ВСП с малыми <150 мс, 151–250 мс и самыми большими значениями 551–650 мс, >651 мс MxDMn, что указывает на неустойчивость процессов восстановления и ухудшения адаптационно-резервных возможностей организма в результате неверно спланированных тренировочных нагрузок в микроциклах.

При анализе спортивных результатов у этих 45 спортсменов установлено, что только 8,8 % из них показывают высокие результаты, 20 % – средние, 71,2 % – низкие. Речь идет о том, что повышение тренированности и функциональных возможностей достигается только при устойчивом оптимальном состоянии регуляции в благоприятных диапазонах значений MxDMn (351–450 мс и 451–551 мс) и отсутствием при этом парадоксальных реакций на ортостаз.

**Таблица 17**

**Индивидуальная динамика показателей MxDMn в разных диапазонах утром в покое и ортостазе у биатлонистов в разные периоды тренировочного процесса**

№	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Бор К	-	△△□□	△△△△△△△△	△△△△	△	△	△
Вах К	▲	▲▲▲▲	▲▲△△△△	△△○	△△△△	△△△	
Влад К	●	●	△△△△		△○		
Гар Д				△	△△△△△△	△△△△△△	△△△△△△
Глав О			△△△△	△△△△	□		
Гол А		○□	△△△△	△△△△	△	△△△	
Дуб И	▲▲●●	▲▲▲▲△△△△ △△△△△△△△ △△△△△△△△	▲▲▲▲△△△△ △△△△△△△△ △△△△△△△△	△△△△	□		
Елис А				△△△△	△△△△	△△△	
Ичет С		▲▲▲	▲●	▲■	□	△△△	△△△
Княз Е		▲▲▲		△△△	△		
Коз И		△△△△	△△△△△△	△△△△△△			
Кор Н			△●	□□	△△△	△△△	△△△△△△
Лап В			△□	△△△△	△△△△	△△△	
Лап Л			△○□	△□	△△△	△△△	△△△△△△



Мак М							
Мик В							
Мих Н							
Мяк А							
Нейг Д							
Ник В							
Обух З							
Пер К							
Пон Н							
Сед И							
Сем В							
Сид И							
Ситн Р							
Соб И							
Сок А							
Сол Е							
Стр К							
Стр Э							
Сух И							
Сыр М							
Тем С							
Тер М							
Трой А							
Трон Е							
Чер И							
Чур А							
Чурн А							
Шам Д							
Шам Е							
Шир А							
Шляп Д							



- оптимальные реакции в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах
- парадоксальные реакции в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах
- гипер- гипореакции в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах

**Таблица 18**

**Индивидуальная динамика показателей MxDMn в разных диапазонах утром в покое и ортостазе у биатлониста М. А. в разные периоды тренировочного процесса**

2015 г.							
	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Переходный 4-5	-					-	-
Подготовительный 6-9	-						-
Предсорев-ый 10-11	-						-
Соревновательный 12-3	-					-	-
2016 г.							
	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Переходный 4-5	-	-				-	-
Подготовительный 6-9	-	-					
Предсорев-ый 10-11	-	-			-		-
Соревновательный 12-3	-	-					-
2017 г.							
	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Переходный 4-5	-	-					-
Подготовительный 6-9	-	-	-				
Предсорев-ый 10-11	-	-	-				-
Соревновательный 12-3	-	-					-

В таблицах 18, 19 приведены примеры с разной устойчивостью регуляторных систем у двух биатлонистов в течение длительного времени. У первого биатлониста М. А. в разные периоды из года в год улучшается функциональное состояние регуляции. Речь идет о том, что от года

к году смещается диапазон значения MxDMn в благоприятную сторону. Если в 2015 году значения MxDMn были неустойчивыми, то в 2017 году диапазон MxDMn был устойчивым в основном в пределах 451–550 мс. У другого спортсмена все три года вариационный размах кардиоинтервалов оставался на одном и том же низком уровне. Эти результаты указывают на то, что на протяжении трех лет тренируют спортсмена с напряжением вегетативного баланса и вегетативной реактивности. Это говорит о том, что он не справился с тренировочными нагрузками, о чем говорят затяжные восстановительные процессы, у него низкие спортивные результаты.

**Таблица 19**

**Индивидуальная динамика показателей MxDMn в разных диапазонах утром в покое и ортостазе у биатлониста Дуб И. в разные периоды тренировочного процесса**

2017 г.							
	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Переходный 4-5	-	-	▽	-	-	-	-
Подготовительный 6-9	▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲	▲	-	-
Предсоревновательный 10-11	-	-	-	-	-	-	-
Соревновательный 12-3	●	○ ○	○ ○ ○ ○	-	-	-	-
2018 г.							
	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Переходный 4-5	-	-	-	-	-	-	-
Подготовительный 6-9	-	-	-	-	-	-	-
Предсоревновательный 10-11	■	□ □ □ □	□ □ □ □	□ □ □	-	-	-
Соревновательный 12-3	-	○ ○ ○ ●	○ ○ ○	-	○	-	-
2019 г.							
	<150	151-250	251-350	351-450	451-550	551-650	>650
Переходный 4-5	-	-	▽▽	-	-	-	-
Подготовительный 6-9	▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲	-	-	-
Предсоревновательный 10-11	-	-	-	-	-	-	-
Соревновательный 12-3	●	○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	-	-	-

Это еще раз подчеркивает важность оценки устойчивого состояния регуляции по оценке работы синусового узла, т. е. размаху кардиоинтервалов.

В тренировочном процессе биатлонистов при анализе ВСР особое внимание необходимо уделять оценке выраженной брадикардии и вариационному размаху кардиоинтервалов (MxDMn). Так при выраженной брадикардии могут встречаться очень малые значения MxDMn (<150 мс), очень большие (>651 мс) и оптимальные.

В табл. 20, 21 и 22 приведены примеры результатов динамических исследований ВСР у трех биатлонистов (В, Ст. и С) в покое и ортостазе с учетом разных диапазонов значений MxDMn и визуальной оценки результатов кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в подготовительном и предсоревновательном периодах тренировочного процесса.

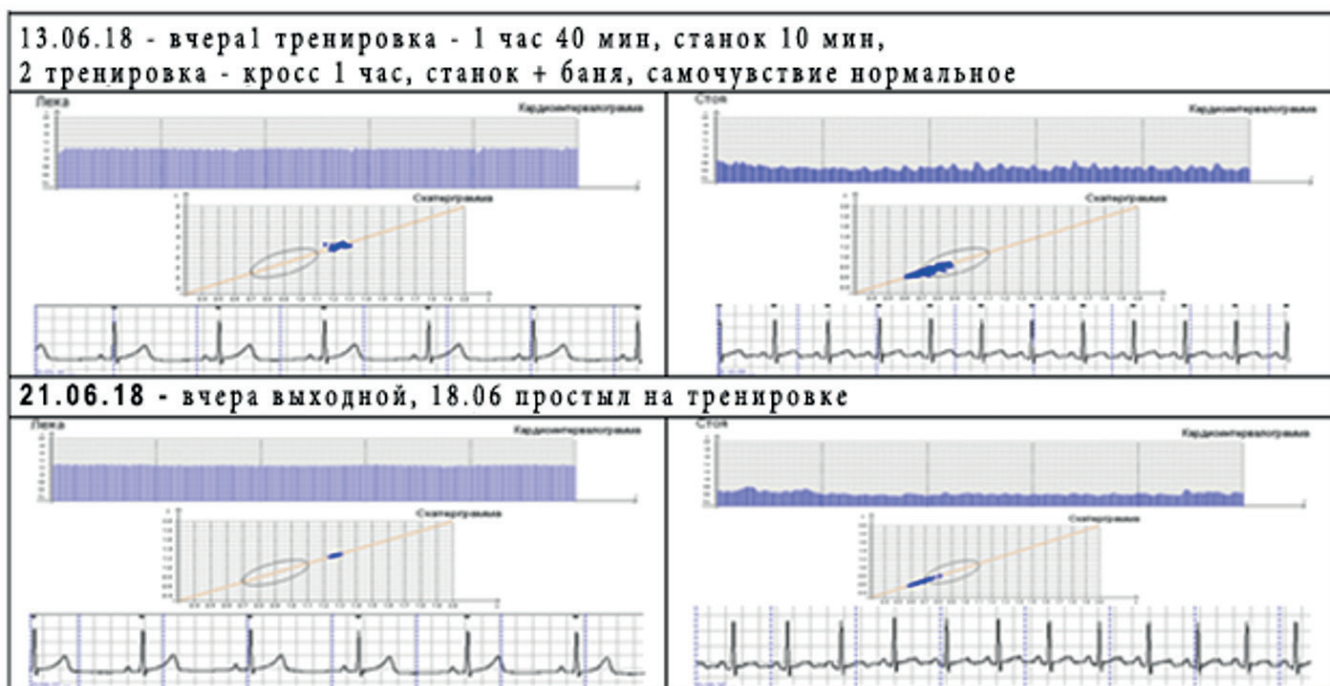
Исходя из результатов показателей ВСР в табл. 20 у первого биатлониста В. имеется постоянно выраженное преобладание центрального контура регуляции, на фоне выраженной брадикардии. При этом регистрируются очень малые значения показателей ВСР: MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и большой SI в покое (II тип регуляции). На рис. 19 видно отсутствие variability на кардиоинтервалограммах, присутствует локальное скопление точек на скатерграммах ВСР и жесткий ритм сердца на ЭКГ. Эти данные говорят о напряженной работе синусового узла и кардиорегуляторной системы. Спортсмен в самом начале подготовительного периода уже плохо переносит нагрузки, на это также указывают парадоксальные реакции на ортостаз во все дни исследований ВСР, когда со стороны значений MxDMn и других показателей спектра ВСР, они увеличиваются вместо уменьшения, а SI снижается вместо увеличения (табл. 20).

## Таблица 20

**Результаты анализа ВСР с постоянно низкими значениями MxDMn в покое в разные дни исследований и парадоксальными реакциями на ортостаз со стороны всех показателей ВСР у биатлониста В. в подготовительном периоде**

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
13.06.18	48	86	64	258	1193	116	252	2782	125	365	72	1420	24	278	32	720
21.06.18	47	94	64	189	947	278	102	1181	34	122	13	519	17	261	38	279
15.07.18	47	78	61	294	1265	91	102	3223	46	214	20	2137	21	390	15	483
20.07.18	42	75	171	411	277	52	565	3469	47	394	66	1958	75	429	377	688
22.07.18	47	69	61	293	1133	79	113	3041	43	377	13	1382	22	532	35	750

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывающие на отклонения от нормы



**Рис. 19.** Кардиоинтервалограммы, скаттерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе при устойчиво-низких значениях MxDMn у биатлониста В.

Перенапряжение регуляторных систем особенно наглядно выявляется при анализе ВСР в периоде восстановления после предыдущего тренировочного дня. Это состояние зависит от соотношения энергозатрат и энергоресурсов, от функционального резерва. Несоответствие функционального резерва расходу энергии ведет к выраженному длительному напряжению регуляторных механизмов. Чаще это происходит, когда спортсмен на тренировках преодолевает усталость за счет волевых усилий. Такие состояния при продолжении тренировок нередко ведут к поражению миокарда, а значит, к развитию миокардического кардиосклероза (А. Г. Дембо, 1976). Из этого следует, что анализ ВСР может быть и как диагностический, так и прогностический метод.

Второй биатлонист С. в подготовительном периоде на фоне выраженной брадикардии по сравнению с предыдущим спортсменом имеет, наоборот, постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции в покое и сопровождается большими значениями MxDMn >600 мс и другими показателями ВСР, которые продолжают увеличиваться в другие дни исследований (табл. 21). Чем больше диапазон значений MxDMn в покое, тем более выражены другие показатели ВСР кроме SI. На кардиоритмограммах имеется выраженная вариабельность и разброс точек на скаттерграммах за пределами эллипса.

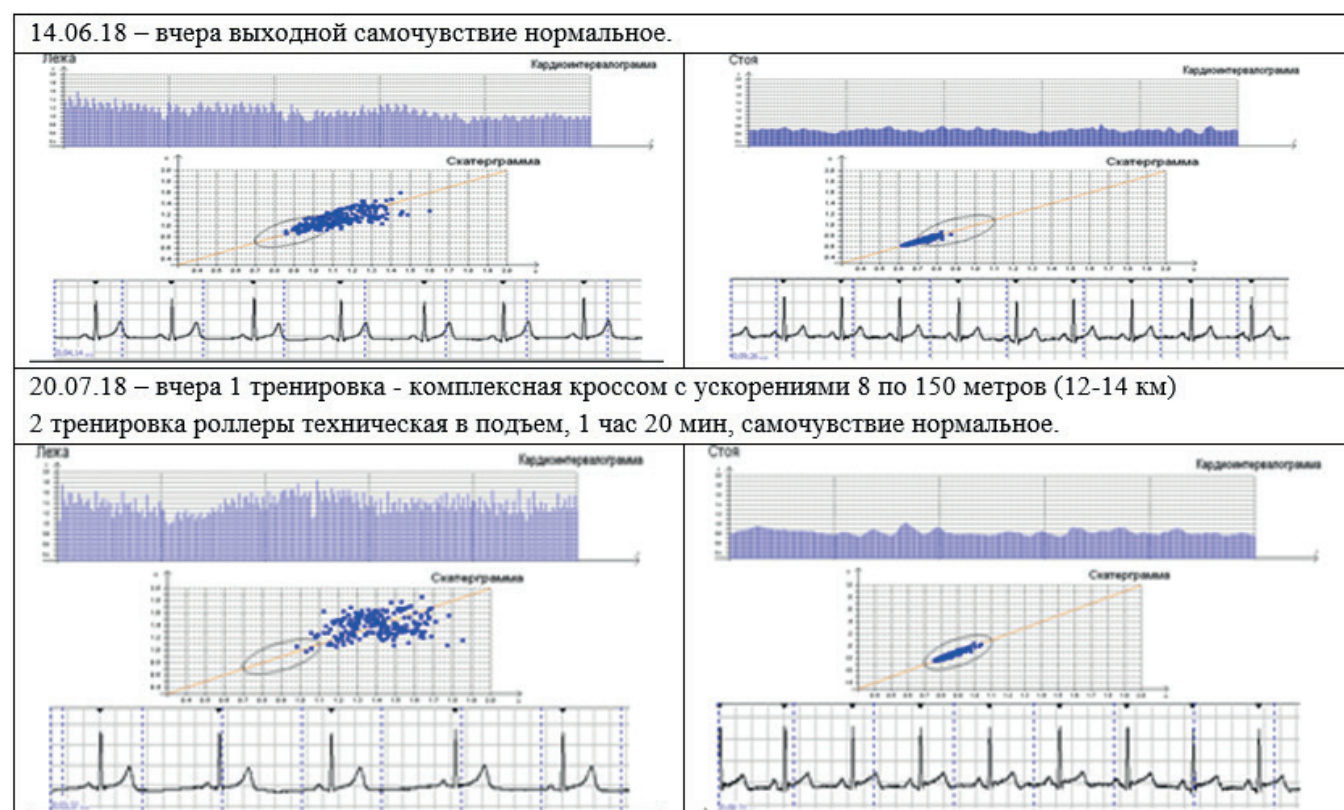


При ортостазе отмечаются гиперреакции со стороны показателей SI, TP и особенно HF. Установлено, чем выше вариабельность, тем устойчивей системы регуляции к воздействию внешних нагрузок. Однако предполагается, что увеличение ВСР, может носить как защитный, так и патологический характер. Поэтому резкое увеличение диапазона MxDMn в покое и выраженные гиперреакции на ортостаз требуют контроля.

**Таблица 21**

**Результаты анализа ВСР у биатлониста С. в покое и ортостазе с большими значениями вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) в подготовительном периоде**

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	Лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
14.06.18	53	84	626	208	10	185	10189	1560	4827	83	1808	593	353	608	3202	276
21.06.18	46	104	626	158	10	377	12295	1160	6939	43	3110	535	1954	428	292	154
10.07.18	48	86	702	241	9	110	16992	2736	6538	35	4513	837	912	592	5029	1272
15.07.18	44	111	839	138	7	825	18182	1095	5768	6	3531	95	1968	383	6914	612
20.07.18	43	71	745	220	5	114	23632	2991	8973	47	3694	1598	2402	567	8563	780



**Рис. 20.** Кардиоритмограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлониста С. при больших значениях MxDMn в подготовительном периоде.

Следующий пример показывает, что у третьего биатлониста Ст. с выраженной брадикардией при анализе ВСР от подготовительного к предсоревновательному периоду отмечается неустойчивость в показателях вариационного разброса кардиоинтервалов (MxDMn) в покое, что свидетельствует о переходе кардиорегуляции с одного уровня на другой и плохое восстановление после предыдущих тренировочных дней (табл. 22). Можно подчеркнуть, что в покое от переходного к подготовительному периоду у спортсмена снижаются все показатели MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF. При ортостазе нарушается вегетативная реактивность во все дни исследований ВСР. Отмечаются парадоксальные реакции, когда вместо снижения показатели ВСР MxDMn, TP, LF, VLF, ULF существенно возрастают кроме HF, а SI вместо увеличения уменьшается. Визуально на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ в покое отмечается выраженная активность парасимпатического канала, а в ортостазе плохое включение симпатического канала в результате вмешательства парасимпатического отдела (рис. 21). Все эти отклонения со стороны кардиорегуляторных систем говорят о нарушении резервов вегетативной регуляции и процессов восстановления в результате перетренированности спортсмена. Он нуждается в восстановительной терапии.

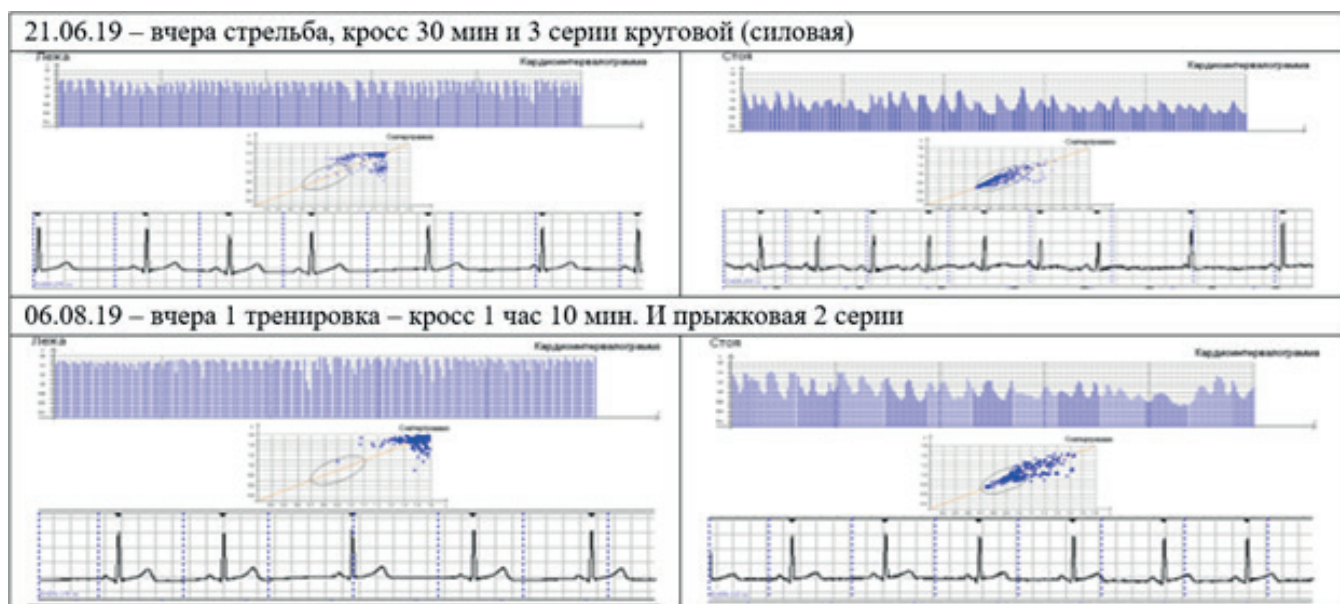
Таким образом, согласно результатам анализа ВСР в покое и ортостазе у трех биатлонистов, показано, что неадекватность работы организма четко отражается в первую очередь на работе синусового узла.

## Таблица 22

**Результаты анализа ВСР у биатлониста Ст. в покое и ортостазе при изменениях диапазонов значения MxDMn с одного уровня на другой в покое и парадоксальными реакциями на ортостаз в подготовительном и предсоревновательном периодах**

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
21.06.19	48	67	559	574	18	21	16786	17257	12149	2188	3612	12228	542	2245	483	597
06.08.19	41	57	341	697	33	11	10025	20878	5368	2757	3301	14591	1047	3015	310	516
16.08.19	41	61	585	624	19	16	11948	15310	7713	1510	2223	10890	1154	2012	858	898
12.09.19	43	67	341	461	36	28	7116	9513	5628	1828	676	5468	547	1637	265	581
13.09.19	45	63	379	534	24	19	6255	15685	4944	2703	789	9731	322	2001	201	1251

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывающие на отклонения от нормы



**Рис. 21.** Кардиоритмограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлониста Ст. с изменением диапазона значения MxDMn в подготовительном периоде

Кроме того, приведенные примеры еще раз подтверждают, что выраженная брадикардия у спортсменов, не есть показатель высокой тренированности. ВСР в покое в сочетании с визуальным контролем кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ является необходимым методом для выявления качества выраженной брадикардии с обязательным проведением ортостатической пробы.

**Таблица 23**

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста утром перед очередной тренировкой**

HR, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
56	79	82	444	1061	44	145	7969	47	587	28	5420	18	1108	52	853

– выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на нарушение работы синусового узла



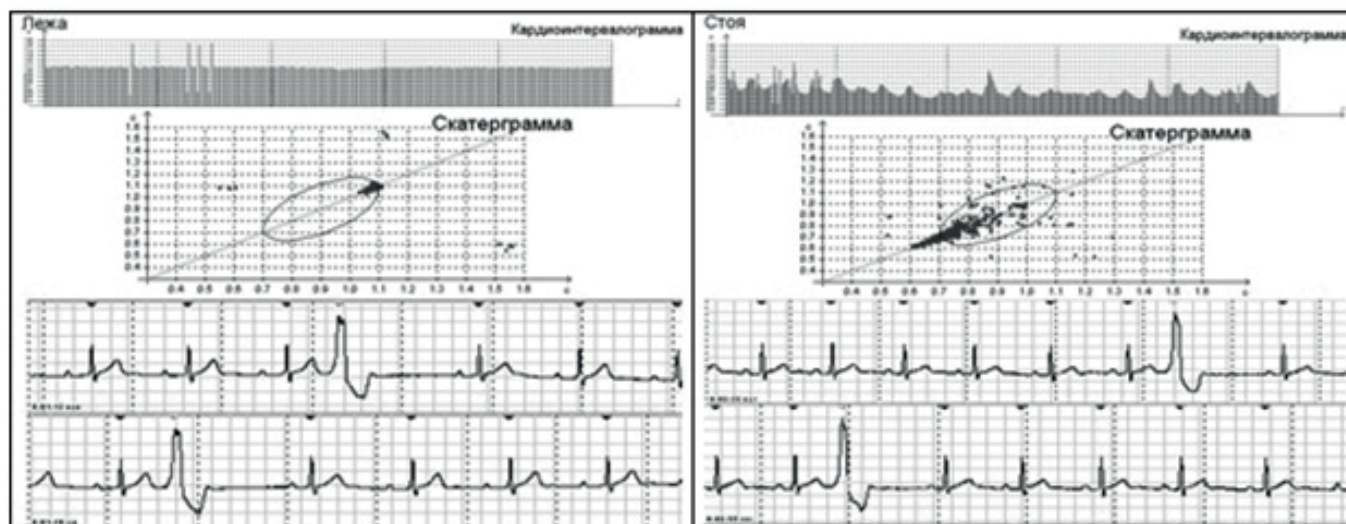


Рис. 22. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. утром до тренировки

Оптимальность ритма сердца вырабатывается механизмами управления на основе информации о состоянии самого организма и выполняемых физических нагрузках. Поэтому обязательным условием для оценки ВСР является наличие синусового ритма. Если в ритме сердца присутствуют экстрасистолы или другие нарушения ритма, то речь идет об изменении работы основного водителя ритма — синусового узла [10, 20]. В этом случае показатели ВСР не должны учитываться, так как они будут давать ложную информацию о состоянии регуляции (табл. 23, рис. 22). Именно поэтому при анализе показателей ВСР важно одновременно визуально оценивать кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ, что дает полную картину истинного состояния кардиорегуляторных систем. У данного биатлониста на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ видны серьезные нарушения сердечного ритма. Показано, что при выраженной активации симпатического канала в результате несоответствия тренировочных нагрузок наряду с мобилизацией функциональных резервов развивается электрическая нестабильность миокарда. Она является предвестником аритмий и признаком перетренированности [10]. Таким образом, данный спортсмен перетренирован, ему требуется отстранение от тренировок и восстановительная терапия.

При переходе спортсмена от одного тренера к другому, как правило, не учитываются характер, объем и интенсивность ранее выполняемого им тренировочного режима. Это, как правило, ведет к перетренированности и снижению спортивных результатов. На рисунке 23 представлен инди-

видуальный портрет показателей ВСР MxDMn, HF, LF у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса в течение трех лет. В юношеском возрасте биатлонист тренировался у одного тренера, затем он перешел в группу юниоров к другому тренеру, который не имел четкого представления о диапазоне резервных возможностей спортсмена и начал резко увеличивать объемы нагрузок силового характера в подготовительном периоде по сравнению с предыдущими годами.

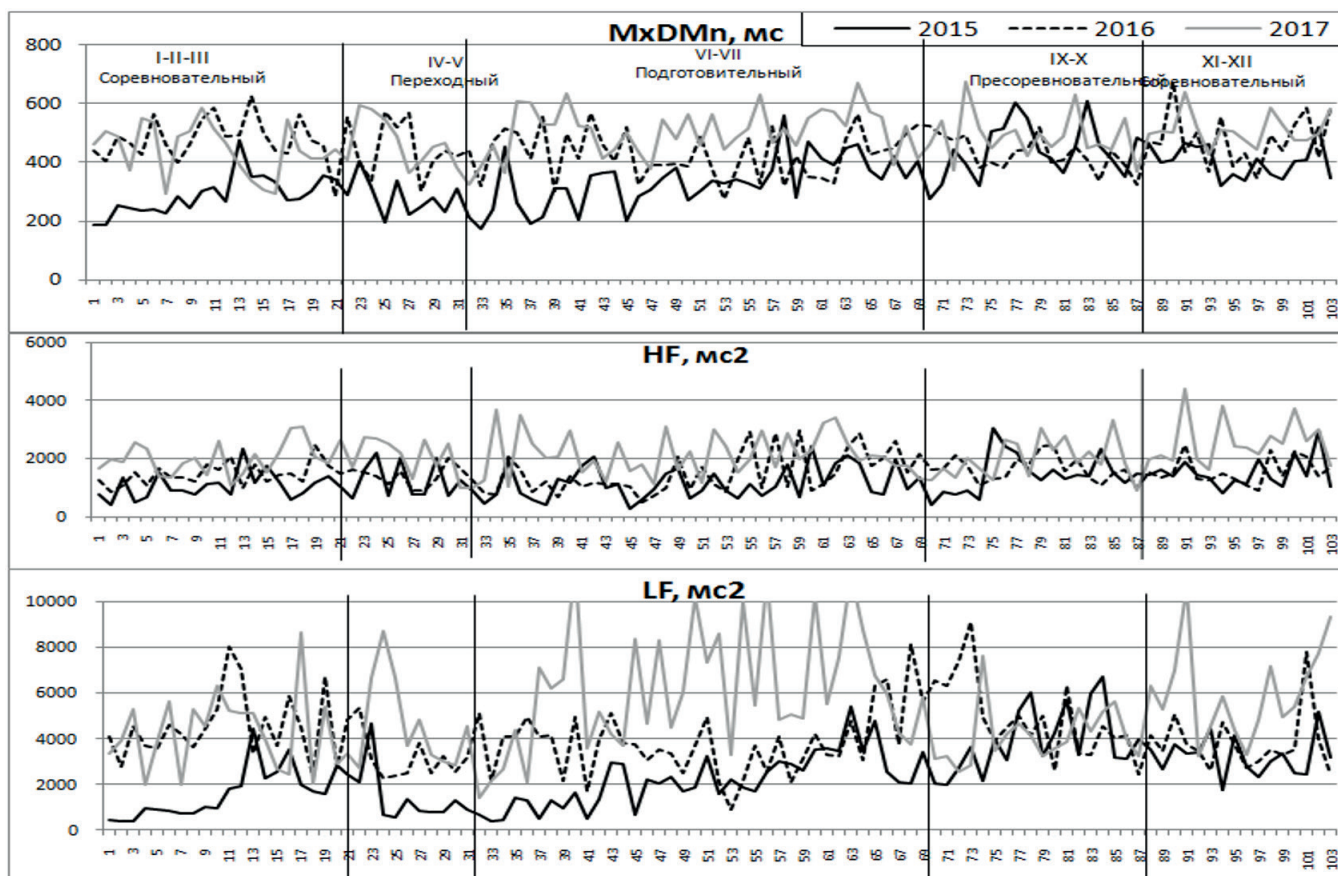


Рис. 23. Индивидуальный портрет показателей ВСР у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса при переходе от одного тренера к другому

В результате у биатлониста резко выросли показатели ВСР MxDMn, HF и особенно LF, что указывает на чрезмерно выраженную активность звеньев надсегментарного уровней управления в подготовительном периоде, по сравнению с пресоревновательным и соревновательным периодами.

В результате резкий переход регуляции с одного уровня на другой привели к усилению энергозатрат на поддержание вегетативного баланса, что способствовало ухудшению спортивных результатов по сравнению с предыдущим годом.



В таблице 24 и рисунке 24 показаны результаты анализа ВСР у биатлониста М., который показывает хорошие спортивные результаты. По результатам его анализа ВСР можно наблюдать, что к концу соревновательного сезона наблюдается переход регуляции с выраженного преобладания автономного контура регуляции (IV тип) на умеренное преобладание автономного контура регуляции (III тип). В покое к концу соревновательного периода снижаются показатели MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF. В ортостазе со стороны LF отмечаются парадоксальные реакции. У спортсменов высокого класса переход регуляции с IV типа на III тип, в конце соревновательного сезона может быть показателем утомления. Тренер обязательно должен видеть подобные, казалось бы, незначительные изменения в показателях ВСР.

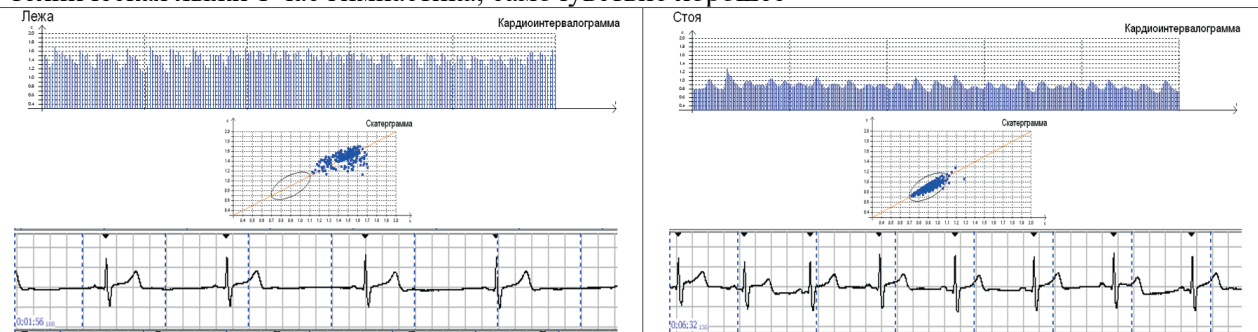
**Таблица 24**

**Изменения показателей ВСР в покое и ортостазе у биатлониста М. А. в соревновательном периоде**

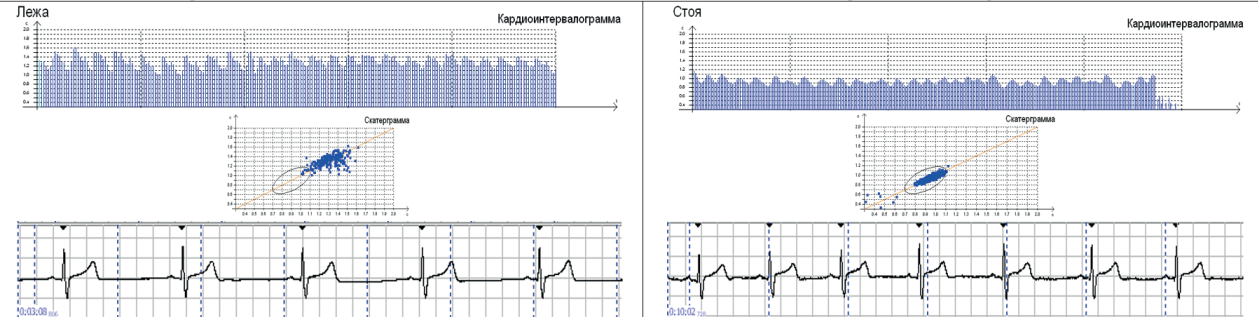
Дата	HR, уд/мин.		MxDMn, мс		SI		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя
28.02.20	41	67	567	385	10	37	13493	6384	3675	450	7861	5261	499	496	1458	176
04.03.20	46	63	581	324	10	44	13779	4038	3884	397	7775	3157	613	265	1507	219
05.03.20	48	67	417	383	23	37	5902	5988	1834	463	3367	4534	400	479	301	512
08.03.20	43	73	441	381	24	41	6387	5105	2220	331	3438	4191	477	445	252	137

– выделенные показатели ВСР указывают на отклонение от нормы

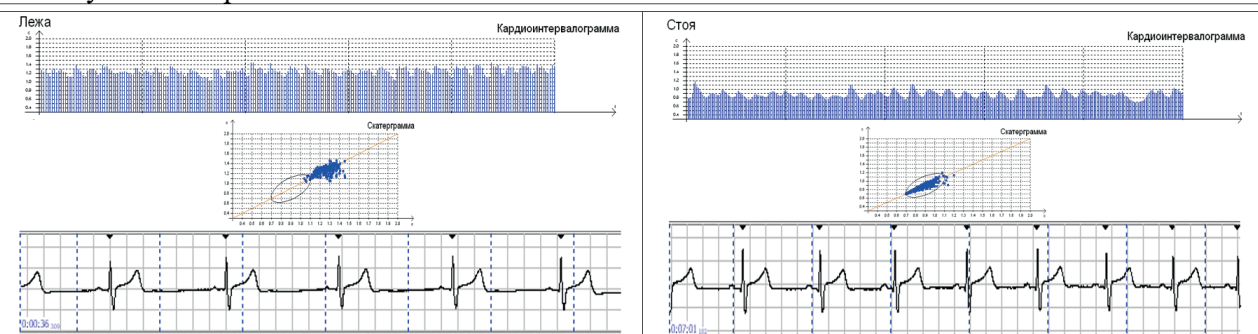
28.02.20 – вчера 1 лыжи комплексная на каждый шаг 2 зона 1 час 20 мин, 2 тренаж 30 мин, техническая лыжи 1 час гимнастика, самочувствие хорошее



04.03.20 – вчера 1 нет, 2 лыжи в комплексе 1,20 спокойно, самочувствие нормальное



05.03.20 – вчера 1 лыжи 1, 30 мин, 3 раза до пано по 8 минут, 2 лыжи откатка 1 час, самочувствие хорошее



08.03.20 – вчера 1 лыжи 50 минут равномерно, гимнастика, 2 контрольная тренировка масстарт 7, 5 км, 1 место стрельба 0002, самочувствие нормальное

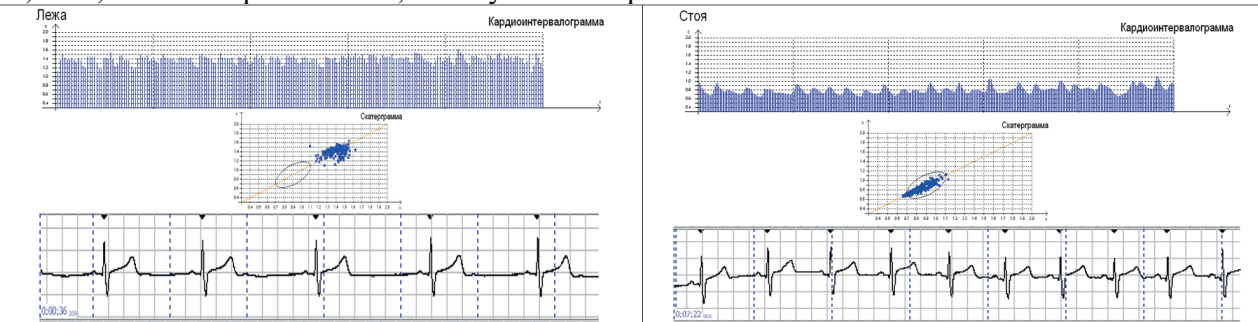


Рис. 24. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у биатлониста М. А. в соревновательном периоде

Важно показать зависимость различий в функциональном состоянии спортсменов и спортивными результатами. На рис. 25 представлены различия в индивидуальных «портретах» ВСР у двух юных биатлонистов, характеризующих разное функциональное состояние от подгото-

вительного к соревновательному периоду при выполнении одинаковых тренировочных нагрузок.

У биатлониста Д. А. функциональное состояние значительно ниже об этом указывают более низкие значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и высокий показатель SI. В таблице 25 представлен анализ результатов выступлений этих спортсменов на соревнованиях разного ранга, где четко видно, что биатлонист с более низкими резервами имеет значительно худшие результаты в беге и стрельбе.

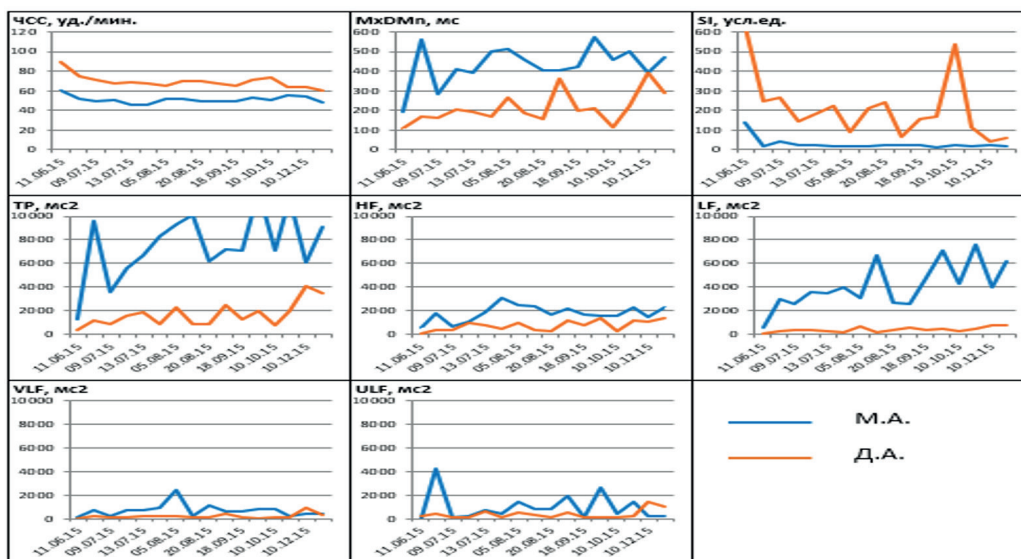


Рис. 25. Различия в индивидуальных «портретах» ВСР у юных биатлонистов М. А. и Д. А. при одинаковых тренировочных нагрузках

Таблица 25

Результаты выступлений биатлонистов М. А. и Д. А. с разным уровнем вегетативной регуляции на соревнованиях разного ранга

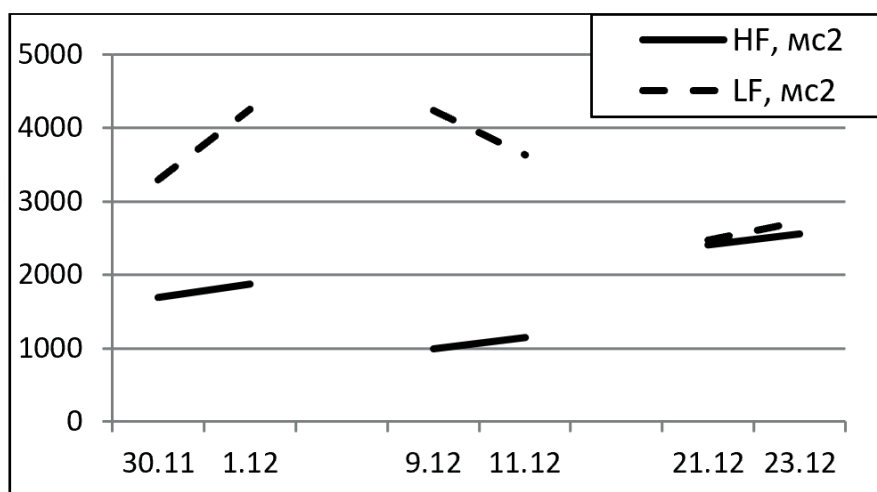
Наименование соревнований	Месяц	Вид	М.А.		Д.А.	
			место	стрельба	место	стрельба
Первенство УР по летнему биатлону	август	роллеры-гонка	1	4	15	10
Первенство России по летнему биатлону	сентябрь	роллеры-гонка	4	4	30	5
ВС отборочные к Первенству Мира	декабрь	спринт	14	5	22	3
ВС отборочные к Первенству Мира	декабрь	гонка	8	5	82	9
ВС отборочные к Первенству ЮЗОИ	декабрь	спринт	15	2	59	5
ВС отборочные к Первенству ЮЗОИ	январь	спринт	7	3	22	
ВС отборочные к Первенству ЮЗОИ	январь	спринт	12	4	16	5
Первенство УР	январь	спринт	1	1	12	4
Первенство ПФО	февраль	гонка	1	3	-	
Первенство ПФО	февраль	спринт	7	4	-	
III зимняя Спартакиада молодежи России	март	гонка	13	6	-	
III зимняя Спартакиада молодежи России	март	спринт	17	2	-	
Первенство России	март	спринт	37	5	65	6
Первенство России	март	персыют	18	5	-	

Контроль за функциональным состоянием регуляторных систем важен при отборе спортсменов на крупные соревнования. В табл. 26 и рис. 26 представлен вегетативный баланс между симпатическим (LF) и парасимпатическим (HF) отделами на отборочных соревнованиях. Исходя из результатов анализа ВСР, у спортсмена от соревнования к соревнованию изменяется вегетативный баланс. От первого ко второму этапу соревнований баланс между показателями HF и LF начинает изменяться в сторону снижения показателя HF при устойчивом преобладании LF и в первый, и во второй день, а на третьем этапе, когда произошли дизрегуляторные процессы, резко повышается активность парасимпатического канала (увеличиваются значения HF), и увеличивается напряжение симпатического канала (снижается LF). В результате снизился уровень резервов организма, и спортсмен не смог показать результатов и не был отобран для участия в крупных соревнованиях. Срыву в состоянии регуляции послужило форсирование тренировочных нагрузок перед третьим этапом соревнований.

**Таблица 26**

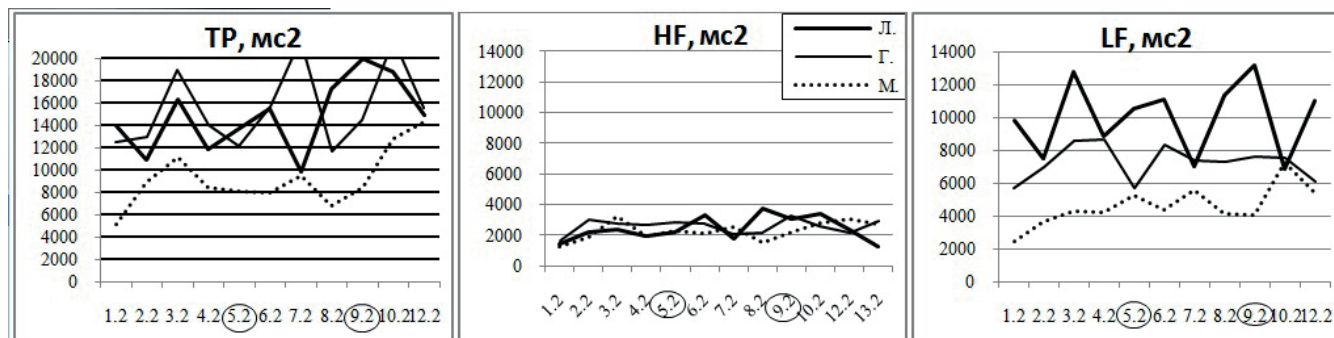
**Сравнение взаимоотношений HF и LF волн и спортивных результатов у биатлониста М. (МС) на разных отборочных соревнованиях**

	1 этап (Кубок России)		2 этап (Отбор на первенство Европы)		3 этап (Отбор на первенство Европы и Мира)	
	1-й день соревнований	2-й день соревнований	1-й день соревнований	2-й день соревнований	1-й день соревнований	2-й день соревнований
<b>Дата</b>	30.11.	01.12.	09.12.	11.12.	21.12.	23.12.
<b>HF, мс2</b>	1695	1874	998	1154	2405	2561
<b>LF, мс2</b>	3298	4253	4243	3637	2474	2726
<b>Место</b>	3 место	8 место	7 место	5 место	11 место	18 место



**Рис. 26.** Взаимоотношение показателей HF и LF у биатлониста М. при отборе на крупные соревнования

Как известно, соревновательный период связан со значительным ростом физических, психических нагрузок и переездами спортсменов. На рисунке 27 представлены различия в состоянии регуляции у трех биатлонистов в соревновательном периоде на двухнедельных отборочных сборах.



— дни отдыха

**Рис. 27.** Различия в показателях ВСР у биатлонистов Л., Г., М. при одинаковом тренировочном режиме в соревновательном периоде (февраль 2018)

Первые десять дней сборов были посвящены подготовке к соревнованиям, а последние четыре дня — непосредственно соревнованиям. На этом рисунке четко видны индивидуальные различия в динамике показателей ВСР TP, HF и LF, у спортсменов, которые сохраняются на протяжении всех сборов. Установлено, что у всех трех биатлонистов ежедневно преобладают в разной степени вазомоторные волны (LF  $\text{mc}^2$ ) над дыхательными (HF  $\text{mc}^2$ ) волнами, при этом индивидуальный уровень этих показателей имеет существенные различия. У биатлониста М. отмечается оптимальный вегетативный баланс между показателями HF и LF, у двух других биатлонистов выражено преобладает дисбаланс между показателями HF и LF, особенно у биатлониста Л., что указывает на выраженную активность надсегментарных структур регуляции и нерациональный путь адаптации сердечно-сосудистой системы к одинаковым тренировочным нагрузкам.

Это привело к тому, что биатлонисты Л. и Г. в отличие от биатлониста М. приехали на отборочные соревнования с более низкими функциональными и резервными возможностями организма. Одинаковые тренировочные и соревновательные нагрузки они выполняли с большим усилием, что привело к перегрузкам организма, и, как следствие, к ухудшению спортивных результатов. Биатлонист М. имел устойчивую регуляцию на протяжении сборов и поэтому показывал высокие ре-



зультаты на соревнованиях. Здесь четко прослеживается взаимосвязь индивидуального состояния вегетативной регуляции и спортивных результатов в соревновательном периоде.

Одним из самых серьезных нарушений является участие в тренировочном процессе и на соревнованиях спортсменов с отклонениями в состоянии здоровья. В табл. 27 и рис. 28 приводятся данные экспресс-анализа ВСР у биатлониста Г. с жалобами на боли в горле утром перед соревнованиями. Согласно показателям ВСР в покое, у спортсмена в этот день выражено преобладает автономный контур регуляции. Это видно по большим значениям показателей ВСР:  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF и особенно ULF и малому SI. В ортостазе четко прослеживается гиперреакция, когда резко уменьшаются показатели ВСР  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF и резко возрастают значения ЧСС и SI.

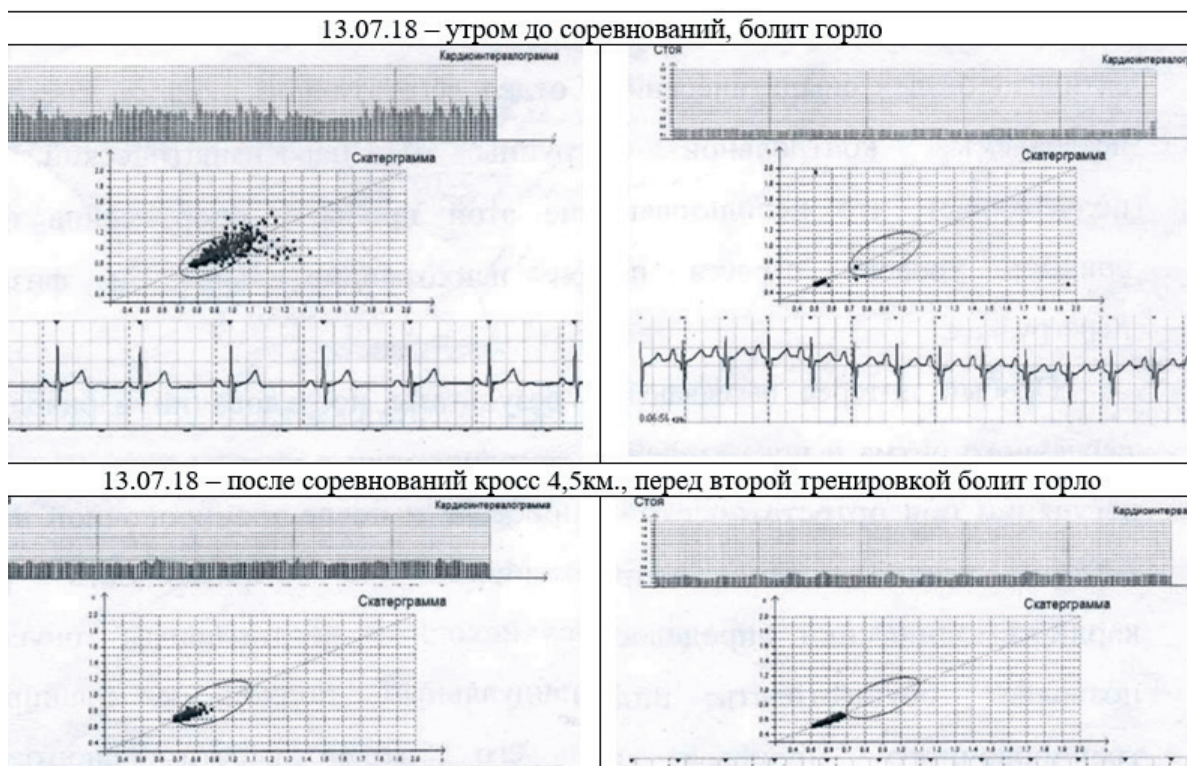
На рис. 28 в покое визуально видны неустойчивая вариабельность на кардиоритмограмме, разброс точек на скатерграмме ВСР и нарушение сердечного ритма на ЭКГ, а при ортостазе наблюдается резкое уменьшение амплитуды кардиоритмограммы, выраженное локальное скопление точек на скатерграмме и изменения на ЭКГ. Это связано также и с психоэмоциональной реакцией на соревнования на фоне заболевания. После соревнований (кросс 4,5 км) спортсмен с больным горлом выходит на вторую тренировку. Согласно данным табл. 27, в покое у него уменьшается диапазон значения  $MxDMn$  и показателей спектра ВСР HF, LF, VLF, ULF и увеличивается SI. В ортостазе появляется выраженная парадоксальная реакция, когда все показатели ВСР резко увеличиваются кроме ЧСС и SI. Подобные изменения показателей ВСР связаны с переходом регуляции с выраженного преобладания автономного контура на выраженное преобладание центрального контура регуляции. При этом визуально на кардиоритмограмме в покое уменьшается вариабельность, имеется выраженное скопление точек на скатерграмме ВСР, а на ЭКГ отмечается жесткий ритм в покое и изменение ЭКГ при ортостазе (рис. 29). В таком состоянии спортсмен должен быть освобожден от соревнования и второй тренировки и отправлен к ЛОР-врачу. В данном примере речь идет о важности оценки состояния восстановления организма спортсменов перед второй тренировкой.

**Таблица 27**

**Показатели ВСР у юного биатлониста Г. в покое и ортостазе утром и после соревнований перед второй тренировкой с больным горлом**

13.07.18	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
До соревнований	62	113	601	65	16	1691	13583	238	3384	30	5748	135	1181	50	3270	24
После соревнований	81	105	129	165	434	353	777	1285	172	93	341	814	125	275	139	104

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывающие на отклонения от нормы



**Рис. 28.** Показатели кардиоинтервалограмм, скаттерграмм ВСР и ЭКГ у биатлониста в покое и ортостазе утром до соревнований и после них перед второй тренировкой с жалобами на боли в горле

В большинстве случаев биатлонисты после дней отдыха не имеют полноценного восстановления. Основной причиной являются необоснованные избыточные нагрузки в недельных микроциклах и особенно в последний день перед днем отдыха, тренировки при недомогании и болезненном состоянии, нарушение режима в дни отдыха и др. Как правило, тренеры не дают отдых при первых признаках наступления перетренированности. Результаты анализа ВСР показали, что дни отдыха необходи-

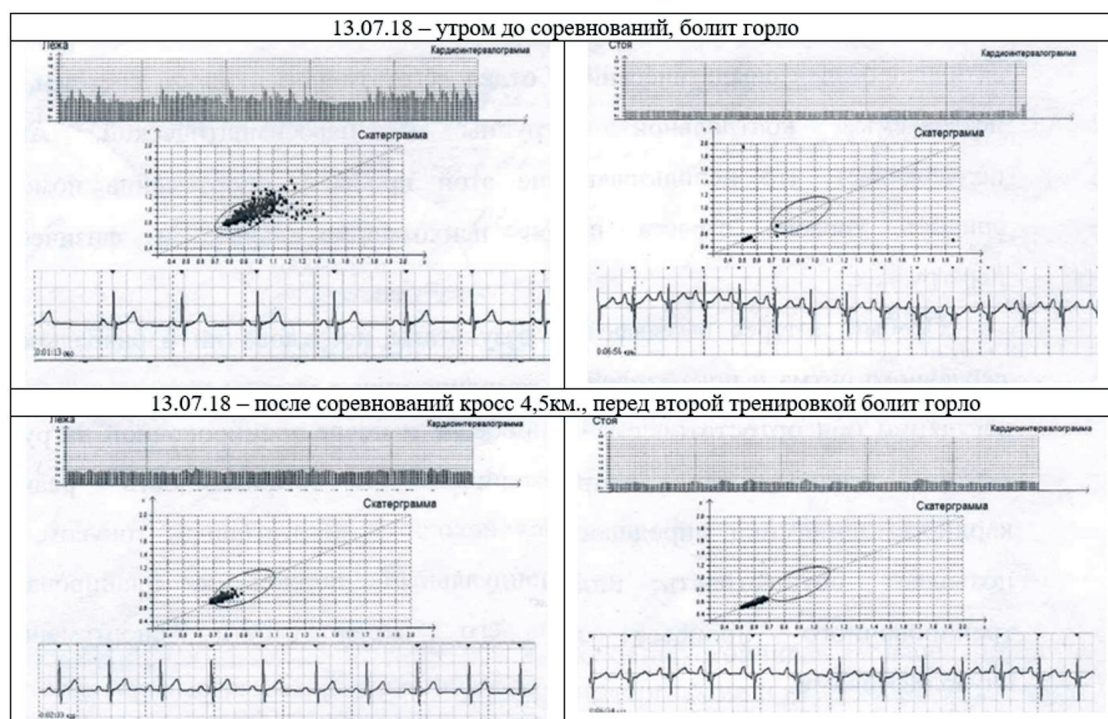
мо назначать при начальных дизрегуляторных проявлениях, ухудшении адаптационных механизмов и появлении нарушений сердечного ритма на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ (табл. 28, рис. 29).

**Таблица 28**

**Динамика показателей ВСР в покое и ортостазе у юного перетренированного биатлониста И. утром после дня отдыха**

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
23.07.18	49	64	100	640	473	7	197	17450	56	963	57	7809	40	7869	43	809

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывающие на отклонения от нормы



**Рис. 29.** Показатели кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у биатлониста И. в покое и ортостазе утром после дня отдыха

Результаты ВСР показывают, что спортсмен не должен приступать к новому тренировочному микроциклу на фоне недовосстановления. У него на фоне выраженной брадикардии, малый разброс кардиоинтервалов, что говорит о напряженной работе синусового узла. Большое значение SI, и очень малые показатели TP, HF, LF, VLF, ULF свидетельствуют о выраженном напряжении организма, а парадоксальные реакции на ортостаз – о сниженных резервах. Визуально в покое на кардиоритмограмме отсутствует



вариабельность, на скатерграммах локальный ритм сердца. В ортостазе на кардиоритмограмме и скатерграмме видно выраженное вмешательство парасимпатического канала, что подтверждает парадоксальность ответа.

Особенно важен индивидуальный подход к планированию тренировочных нагрузок для юных спортсменов. В табл. 29 представлены результаты экспресс-анализа ВСР в покое и ортостазе и ортостазе у шестнадцати юных биатлонистов при выполнении двух одинаковых тренировочных нагрузках в сочетании с сауной.

В процессе исследований ВСР установлено, что неверно подобранное сочетание указанных тренировочных нагрузок по объему, длительности выполнения и сауны приводят у юных биатлонистов к выраженной дизрегуляции в покое и парадоксальным реакциям на ортостаз (табл. 29). Согласно показателям ВСР, ни один из шестнадцати юных биатлонистов на следующий день не был восстановлен. У спортсменов под номерами 2, 6, 11 выявлено выраженное преобладание автономного контура регуляции. У них выраженные значения показателей ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и низкий SI сочетались с нарушениями сердечного ритма на ЭКГ (IV патологический тип регуляции). У других спортсменов, под номерами 3, 4, 5, 8, 10, 12, 15, 16 имеется выраженное преобладание центрального контура регуляции, которое подтверждалось низкими показателями ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF, высоким SI и парадоксальными реакциями на ортостаз (II тип вегетативной регуляции).

**Таблица 29**

**Состояние восстановительных процессов по показателям ВСР лежа и стоя у юных биатлонистов утром после выполнения двух тренировочных нагрузок и сауны**

	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
1	53	73	451	396	21	50	7386	7455	3059	429	1101	4623	775	1868	2452	534
2	41	70	836	368	7	48	17404	4733	6801	350	6920	3046	1091	779	2592	558
3	76	94	115	159	505	293	380	1027	186	112	39	612	77	249	79	54
4	53	79	204	270	80	142	1648	1297	427	115	475	555	370	400	375	227
5	51	67	108	217	489	129	287	1379	137	414	33	495	29	356	88	114
6	53	69	563	401	9	42	23957	3834	11967	1259	9871	1929	543	343	1576	303
7	79	84	370	251	47	107	5116	2339	2620	171	1492	1321	607	467	397	380
8	60	83	188	256	143	106	1377	3553	778	181	242	2526	130	464	228	382
9	48	73	310	477	42	31	2952	9817	923	796	571	4268	311	3461	1148	1293
10	53	88	175	215	202	186	2010	1557	566	530	688	688	293	178	463	162
11	64	78	545	347	25	48	15844	3412	8940	922	2830	1253	1026	815	3047	422
12	79	104	146	69	286	1724	732	186	342	56	190	66	69	32	131	31
13	76	82	421	293	31	85	6450	3395	2322	1098	631	957	309	223	3187	1116
14	56	96	373	186	44	194	3282	2142	1434	613	660	666	451	265	738	598
15	67	89	217	222	109	146	1528	1490	802	137	326	1063	196	225	204	65
16	83	104	194	144	188	402	1265	1348	459	437	159	571	105	179	542	162

□ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы

**Выполненные нагрузки в предыдущий день:** 1 тренировка – лыжи техническая подготовка 1 час 30 мин; 2 тренировка – кросс 30 мин, футбол – 1 час, сауна – 1 час.

Таким образом, избыточные нагрузки в сочетании с сауной для юных биатлонистов ведут к поломкам адаптационно-регуляторных механизмов и ухудшению процессов восстановления. Все перечисленные спортсмены должны вновь пройти углубленный медицинский осмотр.

Выявлено, что в тренировочном процессе не всегда правильно применяется сочетание и последовательность выполнения упражнений специфической и неспецифической направленности, особенно в подготовительном периоде, что, согласно результатам анализа ВСР, неблагоприятно отражается на состоянии кардиорегуляторных систем биатлонистов.

**Таблица 30**

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у трех биатлонистов в подготовительном периоде после предыдущего тренировочного дня при выполнении неспецифической нагрузки (хоккей 2 часа)**

№	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI усл. ед.		TP мс2		HF мс2		LF мс2		VLF мс2		ULF мс2	
	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя
1	76	89	175	218	261	447	948	1459	416	110	298	845	137	304	97	200
2	63	77	159	224	174	148	1035	1819	530	215	342	1080	60	284	213	241
3	75	94	136	164	255	307	766	983	621	207	37	559	53	172	55	45

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе, указывающие на отклонения от нормы

Данный пример показывает, что у трех биатлонистов после неспецифической нагрузки на следующий день утром в покое нет полноценного восстановления кардиорегуляторных систем. Которое характеризуется выраженным преобладанием центрального контура регуляции, низкими показателями диапазона значений MxDMn, и показателями волновой структуры спектра ВСР (HF, LF, VLF, ULF), высоким SI в покое. В ортостазе у всех выявлены парадоксальные реакции, когда вместо уменьшения все показатели ВСР кроме SI увеличиваются. Этим биатлонистам необходим отдых для оптимальной нормализации вегетативного баланса и реактивности организма. Важно подчеркнуть, что дальнейшее нарастание процессов дизадаптации у спортсменов в ответ на чрезмерные нагрузки может привести к перетренированности.



Необходимо подчеркнуть, что формирование тренированности тесно связано с адапционно-резервными возможностями организма. Переход от тренированности к перетренированности связан со снижением адапционно-резервных возможностей, ухудшением адекватно реагировать на ежедневные тренировочные нагрузки, замедлением процессов восстановления. При этом возникает целый ряд переходных состояний и процессов восстановления.

Именно поэтому важно определять состояние регуляции спортсменов по результатам анализа ВСР с учетом диапазона значений  $MxDMn$  перед выходом на каждую тренировку или соревнование. Только в этом случае тренер может своевременно определять резервные возможности организма и состояние каждого спортсмена и вовремя дать отдых, корректировать тренировочную нагрузку, а также прогнозировать спортивный успех (результат).

Таким образом, неадекватность работы организма спортсменов отражается на характере изменений диапазона значений  $MxDMn$  ВСР, вегетативном балансе и качестве реакций на ортостаз перед очередной тренировкой. Выявлены значительные индивидуальные колебания диапазонов значений  $MxDMn$  в покое у биатлонистов в сторону резкого уменьшения или увеличения на протяжении всех периодов тренировочного процесса. По характеру изменений значения  $MxDMn$  ВСР с одного диапазона на другой можно судить о работе синусового узла, работа которого является отражением состояния регуляторных систем и организма в целом в ответ на тренировочную и соревновательную деятельность биатлонистов. Отсутствие четкого представления о границах оптимального диапазона значений  $MxDMn$  и игнорирование этого показателя при анализе ВСР у биатлонистов в тренировочном процессе не могут дать истинной информации о состоянии типа регуляции и состоянии работы синусового узла.

Показано, что при резких колебаниях диапазона значений  $MxDMn$  ВСР с одного уровня на другой важен визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСР и ЭКГ в покое и ортостатическом тестировании. Установлено, что постоянная неустойчивость в состоянии вегетативного баланса в покое и реактивности организма на ортостаз отражаются на спортивных результатах.

Таким образом, в работе показана целесообразность ежедневного учета диапазонов значения  $MxDMn$  ВСР для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции в тренировочном процессе биатлонистов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование и анализ variability сердечного ритма (BCP) являются современной методологией изучения состояния механизмов регуляции физиологических функций у человека. Сердце как индикатор адаптационных реакций всего организма «отзывается» на самые разнообразные внутренние и внешние воздействия. Несмотря на неспецифический характер наблюдаемых изменений BCP, они дают важную информацию о состоянии вегетативной нервной системы других уровней нейрогуморальной регуляции и работы синусового узла [1, 2, 4]. В пособии представлен новый подход к оценке сердечного ритма у спортсменов с учетом индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем. Используя представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, за основу предложенной классификации были взяты не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры управления физиологическими функциями, тем самым подтверждая участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единой регуляторной системы. На основании этого независимо от возраста и гендерных особенностей квалификации и специализации спортсменов выделяются четыре типа вегетативной регуляции. Умеренное или выраженное преобладание центральной регуляции (I и II типы) и умеренное и выраженное преобладание автономной регуляции (III и IV типы). Согласно многолетним исследованиям автора [20, 21, 30], важными критериями для экспресс-определения типа вегетативной регуляции по данным BCP явились показатели  $MxDMn$ ,  $SI$  и  $VLF$ .

Целесообразность использования этих показателей для оценки индивидуально-типологических особенностей BCP и текущего функционального состояния регуляторных систем у здоровых людей и спортсменов подтвердили в своих работах многие исследователи. Анализ BCP у детей, подростков 7–21 года показал, что функциональное состояние регуляторных систем и их реактивность зависит не от возраста и специфики спорта, а в первую очередь, от индивидуально-типологических особенностей [20, 22, 25, 29, 32, 33].

Согласно физиологической целесообразности, наиболее благоприятным является тип с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III тип).

Из этого следует, что для занятий спортом необходимо отбирать индивидуалов с умеренным преобладанием автономной регуляции сер-

дечного ритма, то есть с нормальным уровнем функционирования синусового узла. У исследуемых с этим типом регуляции, независимо от возраста и гендерных особенностей специфики спорта, выявлены высокие функциональные и адаптивные возможности организма, по сравнению со сверстниками с центральным типом регуляции [20].

У исследуемых II типа и IV (патологического) типа (неустойчивые типы регуляции) имеются в различной степени дизрегуляторные проявления.

Для исследуемых IV типа характерны высокая вариативность сердечного ритма (MxDMn), резкое преобладание парасимпатических влияний на сердечный ритм (HF) и резко сниженная активность симпатических центров сосудистой регуляции (LF, VLF), нарушение ритма сердца, что может указывать на несовершенство центральной регуляции и вегетативные дисфункции. Однако следует подчеркнуть, что у спортсменов выраженное преобладание автономной регуляции (IV нормальный тип), возникающее в результате систематических тренировочных нагрузок, требует иной интерпретации.

В отличие от исследуемых III и IV типов, преобладающее влияние центрального контура регуляции у детей и подростков I и II типов нарушает систему управления и подавляет процессы саморегуляции, особенно у спортсменов с выраженной активностью центральной регуляции (II тип).

Избыточное включение симпатического канала в состоянии покоя у исследуемых II типа почему-то не корректируется со стороны парасимпатического отдела, призванного восстанавливать и сохранять гомеостаз. Эти проявления в состоянии регуляторных систем неспособны обеспечить нормальный гомеостаз и могут являться донозологической основой для развития дизадаптации. Гиперфункцию симпатического отдела ВНС ученые также объясняют гиповаготонией, замедленным созреванием блуждающего нерва и многими другими причинами.

У спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции при ортостатическом тестировании регистрируется малая реактивность дыхательного центра и увеличивается реактивность вазомоторного центра. Считается, что вегетативная дисфункция и ее направленность часто наследуется, в связи с чем типологические особенности регуляции могут являться одной из причин вегетососудистой дистонии.

Динамические исследования ВСР показали, что спортсмены с преобладанием центральной регуляции имеют существенное нарушение процессов саморегуляции и качество регулирования кровообращения.

Типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма указывают, что функциональные и адаптационные возможности

организма индивидуальны и реализуются у разных спортсменов с разным включением регуляторных систем, что позволяет прогнозировать эти возможности и управлять тренировочным процессом и динамическим здоровьем спортсменов.

Анализ ВСР с разными типами вегетативной регуляции выявил особенности в реактивности организма в ответ на ортостаз и тренировочный процесс. У спортсменов с разными типами вегетативной регуляции одинаковые тренировочные нагрузки вызывают разные количественно-качественные адаптивные реакции кардиорегуляторных систем: у спортсменов с преобладанием центральной регуляции увеличивается активность автономного контура регуляции и уменьшается напряжение центрального, а с преобладанием автономной регуляции, наоборот, понижается активность автономного контура и усиливается напряжение центральных структур управления. Последний — наиболее правильный вариант реагирования.

Полученные данные ВСР показывают, что невозможна правильная интерпретация тренированности спортсменов без учета типа вегетативной регуляции и совершенствования ее механизмов в процессе тренировки. У спортсменов с преобладанием центральной регуляции способность организма к мобилизации функциональных резервов существенно ниже и выше у исследуемых с преобладанием автономной регуляции. Самой большой опасностью для здоровья спортсменов является то, что тренер при планировании объема и интенсивности тренировочных нагрузок ориентируется не на функциональную готовность их организма к выполнению физических нагрузок, а на современный уровень спортивных достижений. При этом контроль за переносимостью нагрузок ведется только по частоте сердечных сокращений, без учета того, что одна и та же ЧСС в покое может скрывать различную степень напряжения кардиорегуляторных систем. Тип вегетативной регуляции обязательно должен учитываться при допуске к занятиям спортом и на всем протяжении тренировочного процесса.

Динамические исследования ВСР у спортсменов с центральным типом регуляции выявили неустойчивость в состоянии регуляторных систем в покое, парадоксальные реакции на ортостатическое тестирование и снижение спортивных результатов. Выявление у спортсменов-новичков на начальных этапах тренировочного процесса постоянно выраженного напряжения центральной регуляции (II тип) требует особого внимания тренеров и врачей.

Для спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции в покое характерны оптимальное соотношение между симпати-

ческим и парасимпатическим отделами ВНС, автономной и центральной регуляцией, высокие функциональные и адаптивные возможности организма. Они обладают оптимальной реактивностью организма на тренировочные нагрузки, хорошей ортостатической устойчивостью и специфичностью вегетативного ответа, по сравнению со спортсменами с центральным типом регуляции.

Увеличение вагусных влияний на сердце идет пропорционально длительности и интенсивности физических нагрузок. Спортивный стаж и квалификация отражаются на функциональном состоянии регуляции, она совершенствуется (тренируется) под влиянием систематических физических нагрузок. У высококвалифицированных спортсменов в покое оптимум функционального состояния регуляторных систем находится в диапазоне от умеренного (III тип) до выраженного (IV тип) преобладания автономной регуляции сердечного ритма.

Совершенствование функционального состояния регуляторных систем от умеренного (III тип) до выраженного преобладания автономной регуляции сердечного ритма (IV тип) как показатель высокой тренированности не может происходить за короткий промежуток времени — это длительный процесс. Нерациональный, ускоренный путь повышения тренированности, в результате систематического форсирования физических нагрузок, ведет к быстрому нарастанию дисрегуляции и, как результат, перетренированности и перенапряжению организма, донологическим состояниям и болезни.

Выраженное преобладание автономной регуляции (IV тип) у юных спортсменов свидетельствует об ускоренном, нерациональном пути повышения адаптации сердца и его перенапряжении, что связано с интенсивными физическими нагрузками. Чрезмерные нагрузки ведут к поломкам в системах регуляции и переходу с оптимального типа регуляции на неблагоприятный.

В этом случае важное значение имеет правильная диагностика ВСР с обязательным применением функциональных проб и своевременная коррекция дисрегуляторных процессов.

Выявить «патологический» характер выраженного преобладания автономной регуляции сердечного ритма у спортсменов можно с помощью ортоклиностатической пробы. Чрезмерная избыточность или недостаточность реакции парасимпатического отдела и увеличение вазомоторных волн в спектре при ортостазе указывают на несовершенство регуляторных механизмов.



Выраженное напряжение регуляторных систем в предсоревновательный период в покое должно быть непродолжительным и индивидуальным для каждого спортсмена с учетом его квалификации, иначе может произойти срыв и поломка в состоянии регуляции в результате перенапряжения.

Динамические исследования ВСП у одного и того же спортсмена в покое и после тренировочных нагрузок позволяют иметь представление об индивидуальном «портрете» вегетативной регуляции и ее изменениях, что открывает новые возможности для управления функциональными резервами организма в повседневной жизни, тренировочном процессе, прогнозировании перетренированности и перенапряжения, донологических состояний и спортивного долголетия.

Известно, что основная информация о состоянии вегетативной регуляции и в первую очередь систем, регулирующих деятельность сердца заключена в длительности и разбросе кардиоинтервалов, раскрывающих особенности разных перестроек организма в процессе адаптационно-компенсаторных реакций системы кровообращения [1,3].

По характеру амплитуды колебаний регуляторных возможностей и работе синусового узла судят по вариационному размаху кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ). Любые функциональные состояния организма, а также условия, в которых он находится, сразу отражаются на показателях ВСП и в первую очередь на вариационном размахе кардиоинтервалов [1, 2, 6, 7, 8].

Обязательным условием для правильной оценки ВСП является наличие синусового ритма.

Таким образом, неадекватность работы организма спортсменов отражается на характере изменений диапазона значений  $MxDMn$  ВСП, вегетативном балансе и качестве реакций на ортостаз перед очередной тренировкой. Выявлены значительные индивидуальные колебания диапазонов значений  $MxDMn$  в покое у спортсменов в сторону резкого уменьшения или увеличения на протяжении всех периодов тренировочного процесса. По характеру изменений значения  $MxDMn$  ВСП с одного диапазона на другой можно судить о работе синусового узла, работа которого является отражением состояния регуляторных систем и организма в целом в ответ на тренировочную и соревновательную деятельность спортсменов. Отсутствие четкого представления о границах оптимального диапазона значений  $MxDMn$  и игнорирование этого показателя при анализе ВСП у спортсменов в тренировочном процессе не могут дать истинной информации о состоянии типа регуляции и состоянии работы синусового узла.

Показано, что при резких колебаниях диапазона значений  $MxDMn$  ВСР с одного уровня на другой важен визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСР и ЭКГ в покое и ортостатическом тестировании. Установлено, что постоянная неустойчивость в состоянии вегетативного баланса в покое и реактивности организма на ортостаз отражаются на спортивных результатах.

Таким образом, в работе показана целесообразность ежедневного учета диапазонов значения  $MxDMn$  ВСР для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции в тренировочном процессе спортсменов.

Необходимо понимать, что перед тренером стоят задачи не только обеспечить спортивный результат, но и сохранить здоровье и спортивное долголетие занимающихся.

## **5. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ВСР У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА**

1. Не допускать спортсменов к тренировочному процессу без прохождения УМО. Осуществлять ежедневный тренировочный процесс с учетом индивидуального состояния регуляторных систем и адаптационно-резервных возможностей организма спортсменов не по ЧСС, а по данным анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) в покое и ортостазе.

2. Перед каждой тренировкой проводить анализ ВСР и опрос о самочувствии и состоянии здоровья спортсменов. Не допускать к тренировкам спортсменов с жалобами на плохое самочувствие (боли в горле, насморк, головные боли, боли в мышцах, пищевые отравления, расстройство сна, нежелание тренироваться, плохую переносимость тренировок), если они подтверждаются данными ВСР о нарушении вегетативного баланса в покое и появлением парадоксальных реакций на ортостаз. О допуске к тренировочным нагрузкам после перенесенных заболеваний (ангина, ОРЗ, грипп, серьезные травмы опорно-двигательного аппарата) должен решать врач РФВД. При жалобах на боли в горле, насморк, плохое самочувствие тренеры обязаны отправлять спортсменов в РФВД.

3. Выявлено, что тренеры при планировании объема, интенсивности и переносимости нагрузок в основном ориентируются на частоту сердечных сокращений без учета того, что одинаковая ЧСС может скрывать за собой различную степень напряжения организма спортсменов.

Более точную информацию дает ежедневный анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР).

4. Разный уровень восстановительных процессов у спортсменов по данным анализа ВСР утром после предыдущего тренировочного дня говорит о существенных индивидуальных различиях функциональной подготовленности спортсменов и их адапционно-резервных возможностях к ежедневным двухразовым тренировочным нагрузкам, что дает возможность для своевременной коррекции тренировочного процесса и применения соответствующих средств восстановления.

5. Тренеры на сборах при двух тренировках в день не всегда правильно планируют нагрузки и определяют индивидуальный день отдыха в микроциклах, независимо, где они проводятся, на равнине или в среднегорье.

6. Тренеры зимних видов спорта не контролируют соблюдение спортивного режима, качество сна и различные недомогания у спортсменов, которые отрицательно сказываются на различных звеньях вегетативной регуляции, адапционно-резервных возможностях, уровне восстановления организма и спортивных результатах.

7. Встречаются случаи участия спортсменов в тренировочном и соревновательном процессах при болезненных состояниях (болит горло, болит живот, насморк, плохо спал, было холодно или жарко ночью, боли в ногах и т. д.) и в ранние сроки после болезни. Наиболее часто у биатлонистов встречаются ЛОР-заболевания. На этом фоне продолжаются двухразовые тренировки, что, по данным анализа ВСР, приводит к серьезным нарушениям адапционно-резервных возможностей организма, ведущих к перетренированности и появлению изменений в показателях ВСР на ЭКГ, снижению спортивных результатов.

8. При наличии перетренированности и назначении восстановительной терапии врачами РФВД спортсмены продолжают тренировки, что является недопустимым. В эти дни они должны отстраниться от тренировок.

9. Установлено, что спортсмены после дней отдыха не всегда восстанавливаются. Они приходят на новый микроцикл с нарушением регуляции. Основной причиной являются необоснованные избыточные нагрузки в недельных микроциклах и особенно в последний день перед днем отдыха, тренировки при недомогании и болезненном состоянии, нарушение режима в дни отдыха. Некоторые тренеры дают отдых на 6-7 день, а не при первых признаках наступления выраженного утомления и перетренированности. День отдыха необходимо назначать при ухуд-

шении резервных возможностей и появлении парадоксальных реакций на ортостаз по результатам анализа ВСР.

10. Выявлены излишне перегруженные графики участия спортсменов в соревнованиях и стартах разного ранга, в том числе и коммерческих, что приводит к выраженному утомлению прежде всего кардиорегуляторных систем и психоэмоциональной сферы, снижению функциональной готовности к главным стартам и ухудшению спортивных результатов. Зачастую спортсменов с низкой функциональной готовностью и резервами организма ставят на 3–4 старта.

11. Согласно результатам анализа ВСР, тренеры необоснованно после соревнований включают вечерние тренировки, а в последний день микроцикла, который, как обычно, сопровождается тяжелыми двухразовыми тренировками, включают еще баню или сауну, что резко усиливает перенапряжение кардиорегуляторных систем. Поэтому спортсмены не успевают восстанавливаться на следующий день и новый микроцикл начинают на фоне выраженного недовосстановления.

12. Из-за наличия двух тренеров у спортсменов сборных команд (личного и тренера сборной) происходят разногласия в планировании объемов и интенсивности выполняемых спортсменом нагрузок, а также участия в соревнованиях спортсменов, что приводит к перетренированности и снижению спортивных результатов.

13. Необходимо упорядочить число сборов, их длительность и места проведения. Тренеры в основном переносят объем и интенсивность выполняемых нагрузок на равнине в горы. При этом не учитывается острый период индивидуальной адаптации организма в среднегорье, а также период реадаптации на равнине. Спортсмены сразу приступают к двухразовым тренировочным нагрузкам, что, согласно данным ВСР, приводит к выраженным дисрегуляторным процессам и перенапряжению.

14. При отборе спортсменов для участия в личных и командных соревнованиях тренеры по-прежнему ориентируются не на функциональную готовность спортсменов, а на их текущие спортивные результаты, что не всегда оправданно. Отбор необходимо проводить по результатам анализа ВСР.

15. Согласно результатам ВСР не рекомендовать спортсменам, особенно с низкими функциональными возможностями, использовать баню или сауну более одного раза в неделю, особенно после тяжелых тренировочных нагрузок.

16. Не давать одинаковые тренировочные нагрузки спортсменам разных возрастных групп (например, 15 и 18 лет, 29 и 17 лет), разной квалификации и разной функциональной подготовленности организма.

17. Контролировать на сборах условия проживания, правильное питание спортсменов и строгое соблюдение ими спортивного режима, качество сна.

18. Перед каждым стартом строго обязательно проводить анализ ВСР в покое и ортостазе с целью выявления функциональной готовности организма, донозологических состояний, прогнозирования спортивных результатов и правильного отбора спортсменов для участия в соревнованиях и эстафетах.

19. Не допускать к тренировкам и соревнованиям спортсменов с нарушениями в состоянии регуляторных систем в покое (нарушение сердечного ритма на ЭКГ, избыточное напряжение центрального контура регуляции, когда  $MxDMn < 150$  мс,  $SI > 100$  усл. ед., а  $VLF < 240$  мс<sup>2</sup> или выраженное напряжение автономного контура регуляции, когда значение  $MxDMn > 650$  мс, а  $TP > 12000$  мс<sup>2</sup>) согласно результатам ВСР, и выявлены парадоксальные реакции на ортостаз.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р. М., Парин В. В. Математический анализ ритма сердца. М., 1968. — 124 с.
2. Баевский Р. М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом // Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения. М.: Медицина, 1976. — С. 161–175.
3. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессах. М.: Наука, 1984. — 220 с.
4. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. — 295 с.
5. Баевский Р. М., Иванов Г. Г. Вариабельность сердечного ритма: основы метода и новые направления // Новые методы электрокардиографии. [под ред. С. В. Грачева, Г. Г. Иванова, А. Л. Сыркина]. М.: Техносфера, 2007. — С. 473–496.
6. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Введение в донозологическую диагностику. — М., 2008. — 218 с.
7. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, интерпретации, клинического использования: Доклад Рабочей группы Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии // Вестник аритмологии. 1999. № 11. — С. 53–78.
8. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. Междунар. симп. (г. Ижевск, 20–21 ноября 2003 г.). Ижевск: Изд-во УдГУ, 2003. — 256 с.
9. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 4-го Всеросс. симп. Ижевск, УдГУ, 2008. — 344 с.
10. Гаврилова Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. — М.: Спорт, 2015. — 168 с.
11. Жужгов А. П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Казань, 2003. — 23 с.
12. Лебедев Е. С. Управление тренировочным процессом и прогнозирование спортивных результатов у биатлонисток по данным анализа вариабельности сердечного ритма / Е. С. Лебедев, Н. И. Шлык // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсме-

нов: материалы VI Всерос. симп., 2016. — С. 163—166.

13. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму): моногр. / В. М. Михайлов. — Иваново, 2017. — 516 с.
14. Рябыкина Г. В., Соболев А. В. Вариабельность ритма сердца. М.: Изд-во «Оверлей», 2001. — 200 с.
15. Семенов Ю. Н. Баевский Р. М. Программное обеспечение комплекса «Варикард» для анализа вариабельности сердечного ритма // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. междунар. симп. Ижевск, 2003. — С. 181.
16. Смоленский А. В. Сердечно-сосудистые заболевания и внезапная смерть в спорте / Материалы научной конференции «Спортивная кардиология и физиология кровообращения». — М., 2006. — С. 82—84.
17. Судаков К. В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. М., 1998. — 267 с.
18. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов (по данным вариабельности сердечного ритма) / Н. И. Шлык [и др.]. // Физиология человека. 2009. № 6. — С. 1—9.
19. Флейшман А. Н. Медленные колебания гемодинамики. Новосибирск, 1999. — 214 с.
20. Шлык Н. И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. — Ижевск: Филиал издательства Нижегородского университета, 1991. — 418 с., ил. 32.
21. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. — Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. — 259 с.
22. Шлык Н. И. Динамические исследования вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции / Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова, Т. Г. Кириллова, А. П. Жужгов // XXII съезд Физиологического общества имени И. П. Павлова: Тезисы докладов. — Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. — С. 601.
23. Шлык Н. И. Роль индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции в построении и оценке тренировочного процесса / Н. И. Шлык // «Олимпийский спорт и спорт для всех» XVIII Международный научный конгресс. Материалы конгресса. — Алматы: КазАСТ, 2014. Т. 3. — С. 285—288.

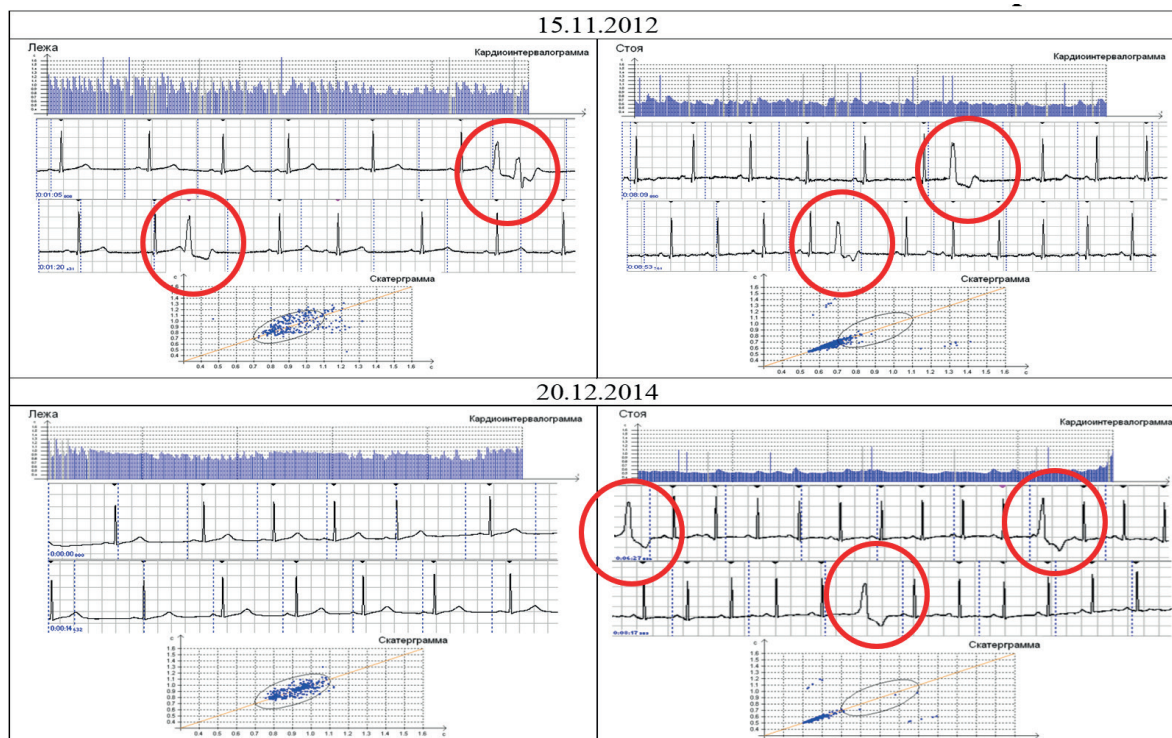
24. Шлык Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26–28 октября 2011 г. Ижевск, 2011. — С. 348–369.
25. Шлык Н. И., Гаврилова Е. А. Анализ вариабельности сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта // Лечебная физическая культура и спортивная медицина, Изд-во: Общероссийский общественный Фонд «Социальное развитие России», Москва, 2016. — С. 17–23.
26. Шлык Н. И., Гаврилова Е. А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена // Прикладная спортивная наука, Изд-во: Государственное учреждение Республиканский научно-практический центр спорта, Минск, 2015. — С. 115–125.
27. Шлык Н. И. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний у школьников по данным вариабельности сердечного ритма // Материалы V Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». М.: «Дельта», 2006. — С. 687–689.
28. Шлык Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26–28 октября 2011 г. — Ижевск, 2011. — С. 348–396.
29. Шлык Н. И., Лебедев Е. С., Вершинина О. С. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам ежедневных исследований вариабельности сердечного ритма // Наука и спорт. 2019. Т. 7. № 2. — С. 92–105.
30. Шлык Н. И. Вариабельность сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значений  $MxDMn$  у лыжниц-гонщиц в тренировочном процессе // Наука и спорт: современные тенденции. 2020. Т. 8. № 1. — С. 83–96.
31. Шлык Н. И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения  $MxDMn$  и их изменение у биатлонистов в тренировочном процессе // Человек. Спорт. Медицина. 2020. Т. 20, № 4. — С. 5–24.

32. Шлык Н. И., Алабужев А. Е. Показатели variability сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменение у легкоатлетов–бегунов в тренировочном процессе // Наука и спорт: современные тенденции, 2020, том 8, №4. — С. 46–66.
33. Шумихина И. И. Особенности variability сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием тренировочного процесса: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Киров, 2005. — 20 с.
34. Shlyk N. I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes: monograph — Izhevsk: Udmurt University Publishing House, 2009. — 259 p.
35. Schlyk N., Zhuzhov A. Krasnoperova T. Individual peculiarities of the vegetativ regulation mechanisms in skiers (according to mathematical analysis data the cardiac rhythm). // Overtraining and overreaching in sport: Physiological, Psychological and Biomedical Considerations — Memphis, 1996. — P. 51.
36. Schlyk N. Autonomic regulation of circulation and cardiac contractility in pre-school children: aging and individual features / N. Shlyk // XVIII European congress on noninvasive cardiovascular dynamics, Reggio Emilia, Italy, 1997.
37. Schlyk N. I., Berseneva A. P., Bersenev I. A. Heart rate variability in schoolboys // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 — 30, 1998, Gent, Belgium). — 1998. — V. 15. — № 2. — P. 140.
38. Schlyk N. I., Sapoznikova E. N. The individual portrait of mechanisms of vegetativ regulations in schoolchildren variability (according to the facts of heart rate) // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 — 30. 1998, Gent. Belgium). — 1998, — V. 15. — № 2. — P. 141.
39. Schlyk N. I., Sapoznikova E. N., Kirillova T. G. Type of Autonomic Regulation and Risk of Cardiac Event in Athletes (Based on the Results of Dynamic Study of Heart Rate Variability and Dispersed ESG Mapping) // International Multidisciplinary Journal. European Researcher. 2012. Vol. 24, № 6. — P. 942–946.



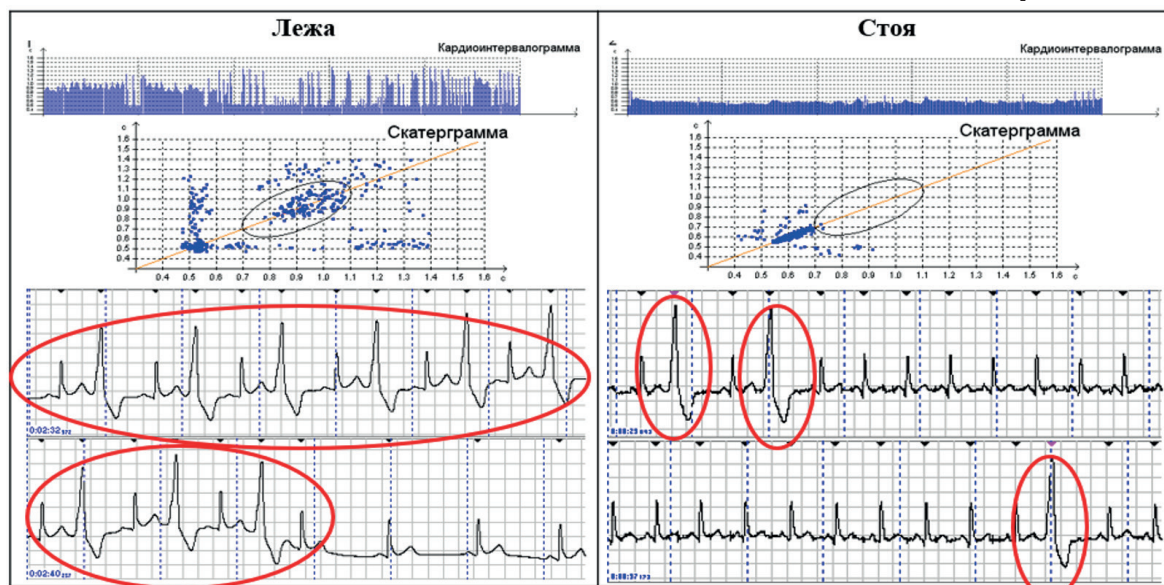
# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Приложение 1



Результаты кардиоинтервалограмм, скатерграмм и ЭКГ при анализе ВСР у биатлонистки (МС) в 19 и 21 год в покое и ортостазе от 15.11.2012 и 20.12.2014 до тренировок (умерла на дистанции в феврале 2015 г.)

## Приложение 2



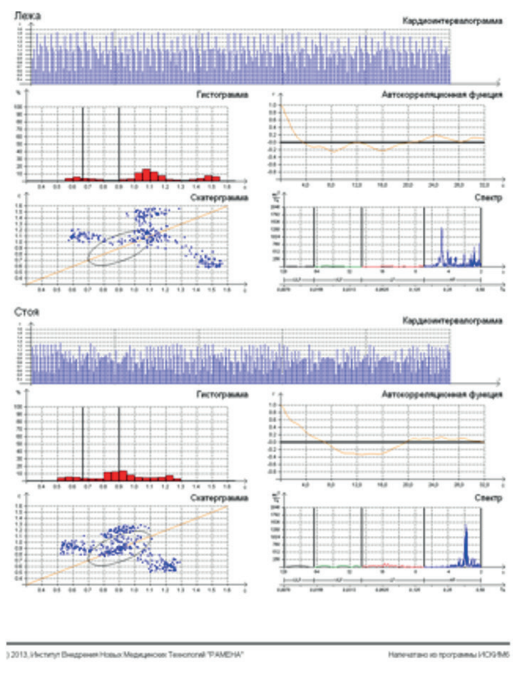
Кариоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста Г. М. (МС)



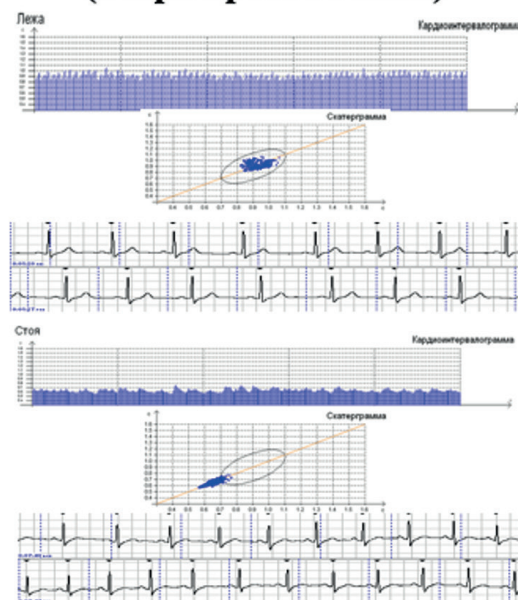
## Приложение 3

Кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста Г. М. (МС)

### До операции

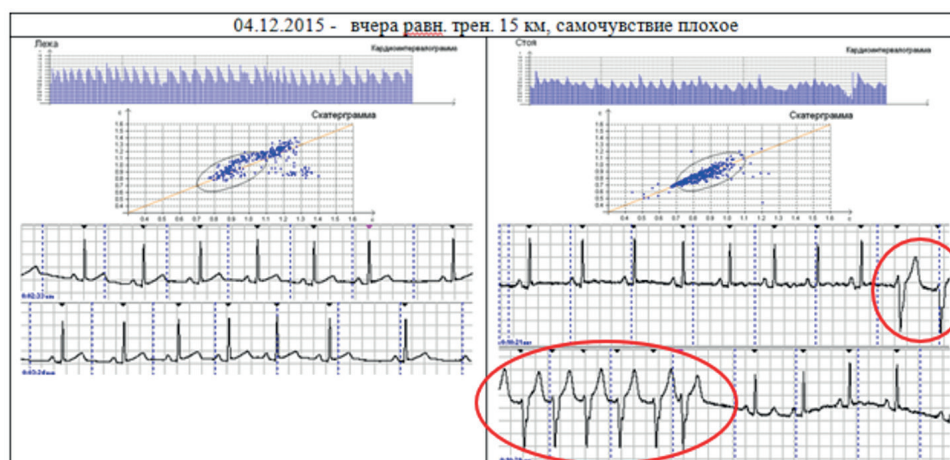


### После операции (вчера кросс 30 мин.)



## Приложение 4

Дата	ЧСС, уд/мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>			HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		PHF%		PLF%		PVLF%		
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
26.02.16	57	71	572	453	15	28	18829	8618	4432	1040	12990	5174	400	1933	1007	470	25	13	73	63	2	24		

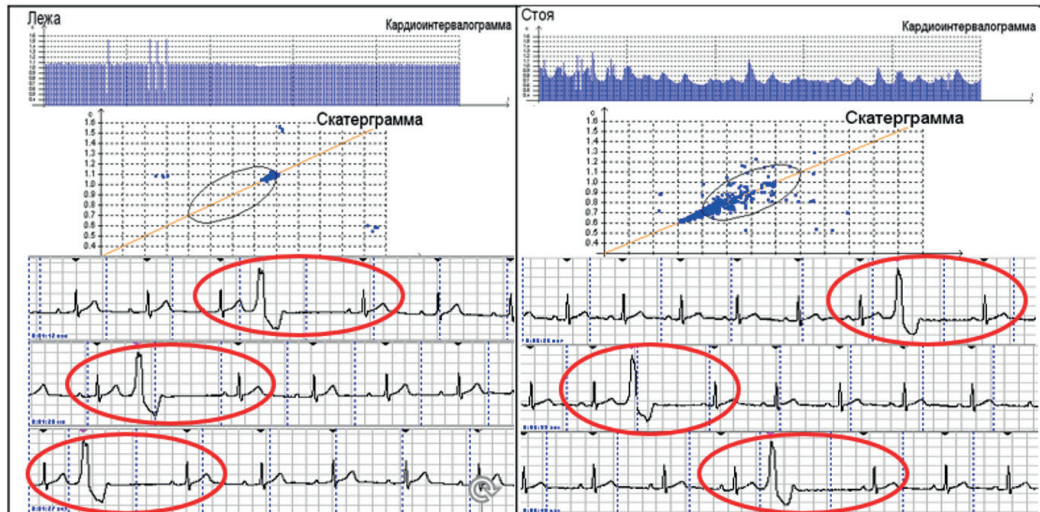


Показатели ВСР, кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у перетренированного биатлониста Р. Ф. в покое и ортостазе (с IV патологическим типом) до утренней тренировки

## Приложение 5

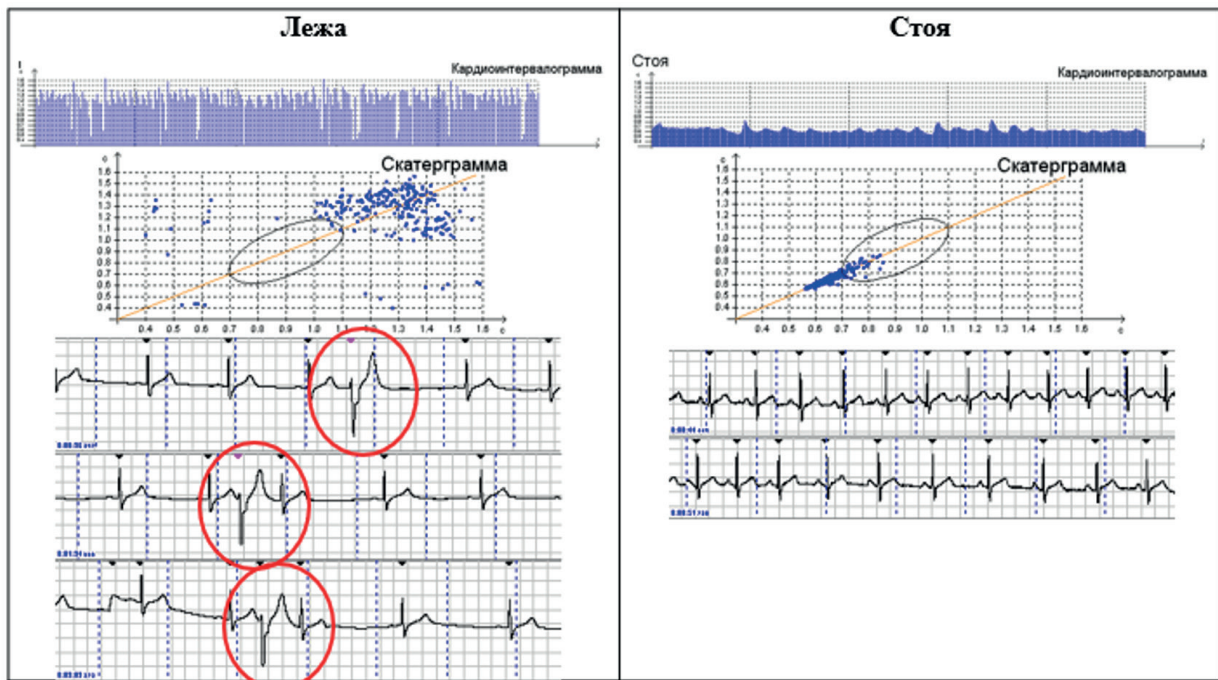
Вариабельность сердечного ритма и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. А. утром до тренировки

HR, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2		HF, %		LF, %		VLF, %	
лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
56	79	82	444	1061	44	145	7969	47	587	28	5420	18	1108	52	853	51	8	30	76	19	16

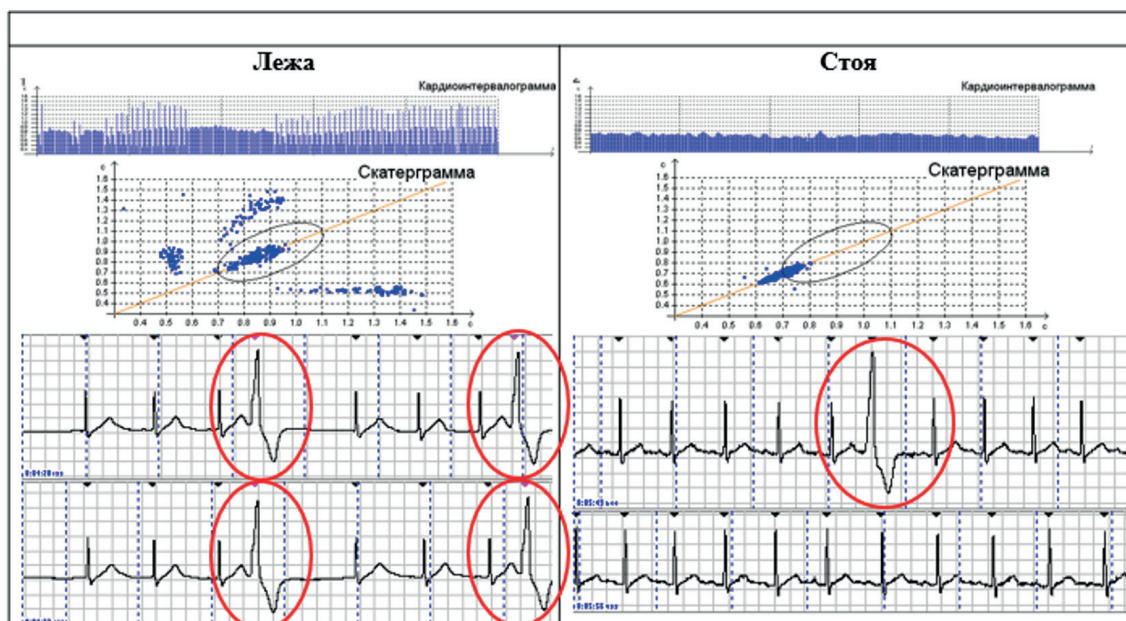


## Приложение 6

Кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у биатлониста Б. Д. (МС) до первой тренировки

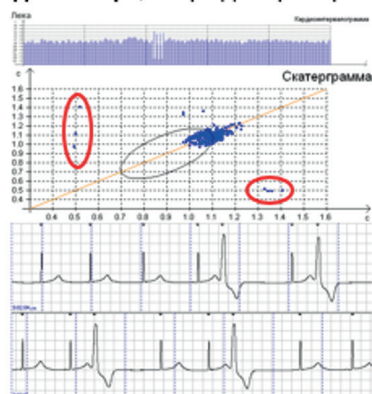




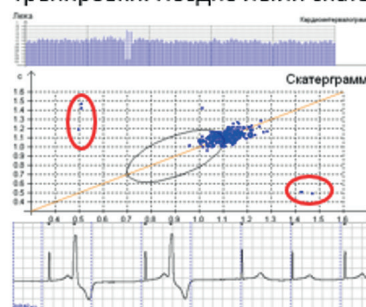


Кардиоинтервалограмма, скатерграмма ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста К. О. (МС) до утренней тренировки

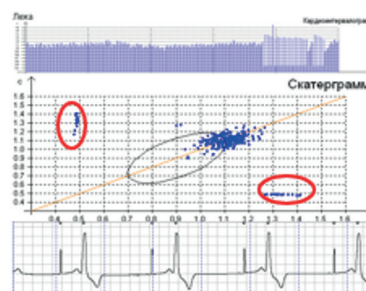
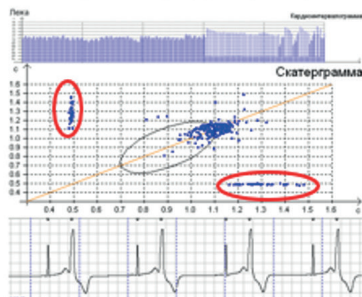
**4-й день сбора, вчера две тренировки.**



**11-й день сбора. утром и вечером тренировки. Поздно легли спать.**



**18-й день сбора. Вчера две тренировки (работа). 24-й день сборов. Вчера две тренировки (работа).**



Нарушение сердечного ритма у легкоатлета-марафонца на сборах в среднегорье