

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»  
Институт физической культуры и спорта  
Кафедра валеологии и медико-биологических основ физической культуры

Н. И. Шлык

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
И МЕТОДЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ  
В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ**

Методическое пособие



Ижевск  
2022

УДК 616.1(075.8)+796.016(075.8)

ББК 54.101я73+75.02я73

Ш698

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ*

**Рецензент:** проф., д.м.н., доцент С. Б. Егоркина

**Шлык Н. И.**

Ш698      Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: метод. пособие – Ижевск : Удмуртский университет, 2022. – 80 с.

Пособие разработано для курсов «Спортивная физиология», «Спортивная медицина», «Теория и практика физической культуры», «Спортивная тренировка», «Физическая реабилитация в спорте».

Пособие посвящено изучению и применению метода анализа variability сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта (на примере лыж, биатлона, легкой атлетики). Дополнены сведения по применению данного метода в новой классификации оценки типов вегетативной регуляции, разработанные научной школой кафедры. 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 циклических видов спорта при разных преобладающих типах регуляции в разные периоды тренировочного процесса.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям: бакалавриат 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки), бакалавриат 49.03.01 «Физическая культура», магистратура 06.04.01.04 «Биология», «Спортивная физиология», а также для специалистов в области возрастной и спортивной физиологии, спортивной медицины, педиатров, тренеров, преподавателей физической культуры, спортсменов.

УДК 616.1(075.8)+ 796.016(075.8)

ББК 54.101я73+75.02я73

© Н. И. Шлык, 2022

© ФГБОУ ВО «Удмуртский  
государственный университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Предисловие .....  | 4  |
| 1. Метод исследования variability сердечного ритма .....   | 6  |
| 2. Методика анализа variability сердечного ритма .....   | 11 |
| 2.1. Оценка показателей variability сердечного ритма и их физиологическая интерпретация.....   | 13 |
| 2.2. Оценка преобладающих типов вегетативной регуляции и их характеристики по результатам анализа variability сердечного ритма.....  | 19 |
| 3. Ортостатическое тестирование и характер вегетативных реакций при анализе variability сердечного ритма у спортсменов с разным преобладающим типом регуляции.....             | 33 |
| 4. Variability сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта в тренировочном процессе .....  | 36 |
| 4.1. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам динамических исследований variability сердечного ритма в покое и ортостазе..... | 36 |
| 4.2. Показатели variability сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения $MxDMn$ и их изменения у легкоатлетов-бегунов в тренировочном процессе .....   | 49 |
| 5. Примеры показателей variability сердечного ритма перетренированных спортсменов.....   | 65 |
| 6. Заключение.....   | 68 |
| 7. Практические рекомендации .....   | 73 |
| 8. Список рекомендуемой литературы .....   | 77 |

## Предисловие

Успех спортивной деятельности зависит не только от эффективности тренировочного процесса, но и в значительной степени от физиологических резервов организма.

Бакалавры, специалисты и магистры физической культуры и спорта должны знать и владеть новыми методами экспресс-оценки функционального состояния и адаптивно-резервных возможностей организма занимающихся. Непосредственно перед каждой тренировочной и соревновательной деятельностью важно применять данные методы с целью своевременного определения индивидуальной переносимости тренировочных нагрузок и наступления первых признаков перетренированности и отклонений в состоянии здоровья.

Пособие посвящено новой важной и обширной теме: «Метод анализа variability сердечного ритма у спортсменов с разным состоянием вегетативной регуляции в тренировочной и соревновательной деятельности на разных этапах тренировочного процесса». Данная тема не освещена в учебниках, методических разработках и пособиях по изучению сердечно-сосудистой системы в спорте в читаемых курсах по физиологии спорта, спортивной медицине, теории и практике физической культуры и спорта, лечебной физической культуре и реабилитации в спорте.

Ввиду малого количества аудиторных часов, отведенных на изучение и практическую оценку сердечно-сосудистой системы у спортсменов, студенты не успевают овладеть в полном объеме теоретическими знаниями и практическими навыками функциональной диагностики в спорте, массовой, адаптивной и лечебной физической культуре, необходимыми и важными в будущей профессиональной работе.

Пособие включает в себя ознакомление с теоретическими аспектами и практическими навыками применения метода variability сердечного ритма. Дается оценка основным показателям variability ритма сердца и их физиологическая интерпретация в покое. Приводится новая классификация оценки преобладающих типов вегетативной регуляции и их характеристика на основе современных научных данных о двухконтурной модели регуляции ритма сердца. Дается оценка вегетативной реактивности тренирующегося спортсмена по результатам изменения показателей variability сердечного ритма при выполнении ортостатического тестирования. Приводятся нормативы показателей variability сердечного ритма с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции и диапазона вариационного размаха кардиоинтервалов в покое при

оптимальной и неблагоприятной реакциях на ортостаз. Приводятся примеры наиболее частых ошибок, допускаемых при неправильном применении метода и анализе полученных результатах у спортсменов, занимающихся биатлоном, лыжами, легкой атлетикой и бегом.

В приложении приводятся примеры результатов анализа variability сердечного ритма у перетренированных спортсменов. Даются практические рекомендации и заключение.

Основные задачи:

1. Дать новые представления о двухконтурной модели регуляции сердечного ритма и новом уровне понимания процессов формирования ритма сердца в целостном организме.
2. Освоить метод анализа variability сердечного ритма в покое и при ортостатическом тестировании.
3. Дать определение преобладающим типам вегетативной регуляции и их характеристики по результатам анализа variability сердечного ритма.
4. Ознакомить с определением нормативов показателей variability сердечного ритма у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции и диапазонами вариационного размаха кардиоинтервалов в покое, оптимальных и парадоксальных вегетативных реакций на ортостаз.
5. Самостоятельное проведение исследований и анализ показателей variability сердечного ритма у спортсменов студентами в лаборатории и полевых условиях.

Работа с пособием предусматривает, что студент на основе полученных знаний о методе variability сердечного ритма, его научном и практическом обосновании научится:

- самостоятельно применять метод и определять уровень вегетативного баланса, работу синусового узла, процессы восстановления организма, появление ранних признаков перетренированности;
- правильно проводить отбор спортсменов на разных этапах спортивной подготовки, вести ежедневный грамотный контроль за эффективностью тренировочных нагрузок и состоянием здоровья;

- использовать метод в научных исследованиях при подготовке дипломных и диссертационных работ.

Врачи и тренеры смогут более грамотно контролировать и осуществлять ход и качество тренировочного процесса.

## **1. Метод исследования variability сердечного ритма**

Понимание взаимодействия тренировочных нагрузок, активности вегетативной нервной системы и сердечно-сосудистой системы остается важной проблемой. Уровень современных спортивных достижений и растущий список случаев внезапных смертей в спорте предъявляют высокие требования к профессиональному уровню специалистов, занимающихся подготовкой спортсменов. Установлено, что около 65% юных спортсменов имеют серьезные отклонения со стороны сердечно-сосудистой системы. Это связано с тем, что большинство тренеров в основном ориентированы на составление рабочих планов тренировочного процесса без учета индивидуальных особенностей и функциональной готовности организма спортсменов к их выполнению.

Успех спортивной деятельности зависит от многих причин, но в первую очередь от умения тренера и врача регулярно оценивать индивидуальную устойчивость адаптационных механизмов кардиорегуляторных систем и резервных возможностей спортсмена. Механизмы вегетативной регуляции играют в этом процессе главную роль: обеспечивают приспособление организма к нарастающим нагрузкам при оптимальном напряжении регуляторных систем. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем ведет к нарушению вегетативного баланса и снижению адаптационно-резервных возможностей. При этом очень важно постоянно контролировать, насколько нарушен и устойчив вегетативный дисбаланс между двумя отделами: симпатическим и парасимпатическим [3,5,22]. Отсутствие врачей в ДЮСШ и ШВСМ, а также периодические наблюдения один раз в год за состоянием здоровья юных спортсменов во врачебно-физкультурных диспансерах при двух и более тренировках в день не дает возможности тренеру своевременно выявлять перетренированность и патологические состояния на ранних стадиях их формирования.

Поэтому проблема динамического контроля за индивидуальным состоянием функциональных резервов организма и их изменением приобретает особо важное значение при больших физических и психоэмоциональных нагрузках. Переход от одного функционального состояния организма к другому происходит в результате изменения

деятельности симпатического и парасимпатического отделов уровня взаимодействия и на этой основе изменений функционального резерва и степени напряжения систем, регулирующих деятельность сердца. Текущая деятельность организма спортсмена всегда связана с расходом резервов и их восполнением. Когда у спортсмена функциональный резерв незначительно снижен, то даже небольшое увеличение степени напряжения регуляторных систем в ответ на увеличение тренировочных нагрузок может вызывать нарушение вегетативного баланса. Поэтому важное значение имеет индивидуальный систематический контроль за процессами восстановления перед каждой тренировкой. Если ухудшаются процессы восстановления, это означает, что резервы организма своевременно не восполняются, и необходима коррекция тренировочной нагрузки и определение причин перегрузки спортсмена [9,22,25].

Сегодня крайне актуально применение действенных методов срочного контроля за функциональным состоянием и адаптационно-резервными возможностями тренирующегося спортсмена. С этой точки зрения индивидуальный динамический контроль за тренировочным процессом спортсменов с помощью экспресс-анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) - перспективное, успешно развивающееся и как никогда актуальное направление физиологии спорта и спортивной медицины [22,26].

Анализ ВСР является интегральным методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека, 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).

Основная информация о состоянии систем, регулирующих ритм сердца, заключена в функции разброса R-R кардиоинтервалов, в частности, в работе синусового узла. Система управления синусовым узлом представлялась в виде двух взаимосвязанных контуров: центрального и автономного, управляющего и управляемого с каналом прямой и обратной связи (Баевский Р.М., 1979).

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 регуляции, а при неоптимальном управлении - с его максимальным участием. Чем более высокие уровни управления активируются, тем больше напряжение кардиорегуляторных систем. Таким образом, с помощью применения анализа ВСР можно судить о состоянии вегетативного баланса по уровню преобладания симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а также о работе синусового узла, отражающего функциональное состояние организма и уровень процессов восстановления кардиорегуляторных систем [1,5,22].

Внедрение в практику спорта экспресс-метода ВСР способствует быстрому и достаточно точному определению индивидуального диапазона нормы функционального состояния организма, работы синусового узла, первых признаков нарушения восстановления, развития перетренированности и развития патологии у спортсменов. Функциональное состояние является изменчивым показателем здоровья. Оно изменяется при различных внешних воздействиях, физических и психоэмоциональных нагрузках, а также в течение суток. Один из основателей метода ВСР профессор Баевский Р.М. в своих работах утверждал, что важно различать информативность большинства используемых исследователями показателей, характеризующих уровень функционирования организма, и прежде всего системы кровообращения. Частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), ударный объем (УО) и минутный объем крови (МОК), находятся под влиянием деятельности управляющих механизмов. Чтобы физические нагрузки были адекватны, индивидуальному функциональному состоянию организма спортсмена необходим динамический контроль именно за состоянием регуляторных механизмов, так как невозможно дать истинную оценку функциональному состоянию и адаптационных возможностей организма без определения уровня регуляции. Контроль, основанный только на оценке показателей ЧСС, АД, УО и МОК, недостаточен, поскольку эти показатели мало вариабельны и будут свидетельствовать о патологических нарушениях в организме на стадиях уже значительного снижения функциональных адаптационно-резервных возможностей и об образовании метаболического и пластического дефицита [5,6].

К сожалению, до настоящего времени при допуске лиц к занятиям спортом тренеры и врачи 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 и являться важной причиной вегетативной дисрегуляции, ведущей к перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом [22]. Это говорит о том, что в спорте необходимо ориентироваться не на ЧСС, а в первую очередь на ее стоимость. То есть на результаты анализа ВСР.

Показатели ВСР относятся совершенно к иному классу, они отражают состояние кардиорегуляторных систем, и их изменение в значительной степени превосходит вариативность и информативность показателей уровня функционирования сердечно-сосудистой системы ЧСС, АД, УО, МОК [4,5].

Однако до настоящего времени при анализе результатов ВСР спортсменов у исследователей и врачей нет единого подхода к интерпретации полученных результатов. В большинстве случаев исследователи используют разные методические подходы, разные стандарты, приборы и компьютерные программы. Анализ многочисленных источников по применению метода ВСР у спортсменов показал, что, как правило, оценка состояния кардиорегуляции дается без учета работы синусового узла, то есть диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов.

Во многих статьях, диссертационных работах и монографиях приводятся относительные величины показателей волновой структуры спектра ВСР, без указания результатов их абсолютных значений, что дает ложное представление о состоянии кардиорегуляторных систем. Также при оценке результатов вегетативного баланса авторы чаще приводят только временные показатели, без спектрального анализа ВСР. Много работ, в которых приводятся результаты средних значений показателей ВСР без учета индивидуально типологических особенностей вегетативной регуляции. Имеются источники, в которых применяется общепринятое деление на симпатонический, ваготонический (эйтонический) и парасимпатический типы, полученные данные ВСР усредняются и при этом не учитывается их оптимальное, умеренное и выраженное состояния, что ведет к ложной оценке результатов ВСР. Однако, используя современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций, в частности, о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, Н. И. Шлык сумела на основе многочисленных исследований ВСР у детей, подростков и спортсменов [20,21-39] разработать новую классификацию оценки преобладающих типов вегетативной регуляции. За основу этой классификации взяты не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного управления физиологическими функциями. Тем самым автор подчеркивает участие в

процессах вегетативной регуляции многих звеньев единого регуляторного механизма. Это системный подход к рассмотрению сложного механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по результатам анализа ВСР. В результате автор выделяет четыре типа вегетативной регуляции: два с преобладанием центрального контура регуляции (умеренным и выраженным) и два с преобладанием автономного контура регуляции (умеренным и выраженным). Установлено, что при каждом преобладающем типе регуляции имеется разное функциональное состояние организма, что необходимо обязательно учитывать при анализе результатов ВСР [18,22,23,31,32].

Доказано, что функциональное состояние организма различается не только по разному вегетативному балансу, но и по характеру вегетативной реактивности (оптимальной, гипо-, гипер-, парадоксальной). Однако многими авторами при исследовании ВСР редко применяется ортостатическое тестирование [31,32].

Применение ортостатической пробы при анализе ВСР с учетом индивидуального типа регуляции позволяет с высокой точностью определить степень включения вегетативного управления.

Как правило, при исследовании ВСР авторами не указываются объемы и длительность тренировочных нагрузок, выполненные спортсменом после предыдущего тренировочного дня, год и время проведения исследований, дни микроцикла, этапы спортивной подготовки и тренировочный период, а также качество сна, самочувствие, соблюдение спортивного режима и др. Подобный формальный подход к использованию метода и анализа ВСР ведет к ложной интерпретации полученных результатов, искажению трактовки изучаемых процессов и дискредитации самого метода.

Анализ многочисленных источников по использованию метода ВСР показывает, что остается еще много неизученных проблем при оценке результатов ВСР, в частности, работу каких физиологических процессов отражают те или иные показатели ВСР у спортсменов с разными типами регуляции при различных тренировочных нагрузках. Отсутствуют сведения о роли метода ВСР в повышении качества тренировочного процесса, последовательности применения упражнений у спортсменов в зависимости от типа вегетативной регуляции. Остаются неизученными вопросы о нормативах показателей ВСР при преобладающих типах вегетативной регуляции с учетом разных диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов, преобладания дыхательных и вазомоторных волн в спектре ВСР в покое, ортостазе у спортсменов различных видов спорта и на различных этапах тренировочного

и соревновательного процессов. В этом пособии мы постараемся частично восполнить эти пробелы.

Отсутствуют единые методические подходы к совершенствованию системы отбора по результатам анализа ВСР и перевода спортсмена с этапа на этап спортивной подготовки и методические рекомендации по оперативному контролю за функциональным состоянием спортсменов по результатам анализа ВСР.

Отсутствуют программы курсов повышения квалификации тренеров и врачей по применению метода ВСР в спорте.

Исходя из изложенного, на основе динамических исследований ВСР в покое и ортостазе имеется возможность осуществлять грамотный индивидуальный подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции. Это будет способствовать реальной возможности повышения уровня функциональной готовности спортсменов к тренировочной, соревновательной деятельности и улучшит систему отбора юных спортсменов на этапах спортивной подготовки.

Отсутствие четкого представления о нормативах показателей ВСР, а также о границах преобладающего типа вегетативной регуляции и их игнорирование не могут дать истинную информацию тренеру и врачу о готовности спортсмена к выполнению тренировочных нагрузок.

## **2. Методика анализа 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<sup>1</sup>. Их главная цель состоит в стандартизации методики исследований и подходов к анализу данных, чтобы результаты разных исследователей могли сопоставляться друг с другом на основе многолетних исследований ВСР. Профессором Шлык Н. И. (2009-2021 гг.) были дополнены методические рекомендации по анализу ВСР новой классификацией оценки преобладающего типа вегетативной регуляции у детей и спортсменов.

---

<sup>1</sup> Variability 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.

При исследовании ВСП регистрировался ЭКГ-сигнал в положении лежа на спине в течение 5 минут и стоя в течение 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» (рис. 1) и программ «ISCIM – 6» и «Варикард-МП» (рис. 2). Аппарат подключается к компьютеру. Программа «Варикард-МП» позволяет регистрировать показатели ВСП у одного или одновременно у нескольких спортсменов (до 12), что позволяет исследователю и тренеру иметь полную информацию о функциональной готовности, резервных возможностях организма, уровне восстановления непосредственно перед тренировочной нагрузкой целой группы и своевременно вносить коррективы в тренировочный процесс каждого спортсмена.

Полная инструкция об использовании метода ВСП имеется во вложении к аппаратам «Варикард 2.51» и «Варикард 2.52». Программное обеспечение «ISCIM – 6» и «Варикард МП» записаны на дисках [15].



Рис. 1. Внешний вид комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа variability сердечного ритма «Варикард 2.52»

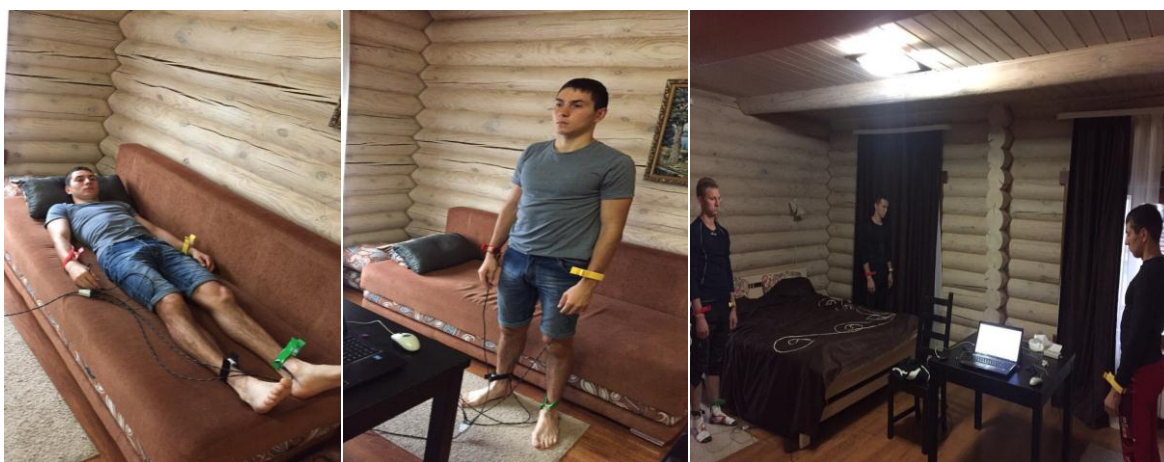


Рис. 2. Проведение исследований ВСП у биатлонистов на сборах с помощью аппарата «Варикард 2.52» и программ «Иским-6» и «Варикард МП»

В момент проведения исследования не должно быть помех, приводящих к эмоциональному возбуждению, необходимо исключить разговоры с исследуемым, телефонные звонки и появление в лаборатории других лиц. При записи ВСП необходимо следить, чтобы исследуемый не делал глубокие вдохи и выдохи, не кашлял, не сглатывал слюну. У девочек-подростков проведение исследований ВСП в менструальный период исключено, так как в этот период происходящие гормональные изменения в организме отражаются на состоянии регуляторных систем. До начала исследования необходимо обязательно провести опрос исследуемых о нагрузках, выполненных в предыдущий тренировочный день или на первой тренировке, о самочувствии, режиме дня, качестве сна, питании.

### **2.1. Оценка показателей variability сердечного ритма и их физиологическая интерпретация**

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, усреднение 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 определения адаптационно-резервных возможностей организма спортсмена. Также в результате анализа ВСП многие исследователи не дают визуальную оценку состоянию кардиоритмограмм, скатерграмм ВСП и электрокардиограмм (ЭКГ). Подобный подход к анализу ВСП ведет к ложной интерпретации полученных данных и не дает истинной картины состояния кардиорегуляции.

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

Анализ ВСП на основе программ «Иским-6» и «Варикард-МП» (разработка института Внедрения Новых Медицинских Технологий «РАМЕНА») осуществляется по 38 показателям. Однако в данном пособии мы будем рассматривать наиболее информативные временные и спектральные показатели ВСП, что облегчает и ускоряет анализ полученных

результатов ВСП в покое и ортостазе. При этом очень важен одновременный визуальный контроль за кардиоритмограммами, скатерграммами и ЭКГ для наиболее точной оценки нарушений работы синусового узла.

### Показатели временного анализа ВСП

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 (табл. 1).

Таблица 1

#### Показатели ВСП у биатлониста (17 лет) КМС с одинаковой частотой сердечных сокращений и разным вегетативным балансом и вегетативной реактивностью

| ЧСС,<br>уд/мин |      | MxDMn,<br>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 |
| 52             | 78   | 480          | 335  | 24          | 79   | 6265    | 4410 | 1815    | 181  | 3274    | 3924 | 912      | 243  | 268      | 62   |
| 52             | 64   | 283          | 295  | 49          | 66   | 2868    | 2261 | 775     | 194  | 1689    | 1513 | 215      | 313  | 189      | 24   |

- выделенные показатели ВСП указывают на отклонения от нормы

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 ВСП (TP, HF, LF, VLF, ULF). И наоборот, с увеличением значения MxDMn уменьшается показатель SI и увеличиваются показатели волновой структуры спектра ВСП (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 ВСП и ЭКГ в покое и ортостазе. Важно подчеркнуть, что при уменьшении

значения MxDMn в диапазонах меньше 150мс и 151-250мс часто встречаются парадоксальные реакции на ортостаз. При этом отсутствует варибельность на кардиоинтервалограмме, имеется жесткий ритм сердца на скатерграмме ВСР, на ЭКГ встречаются различные нарушения сердечного ритма (табл. 2, рис. 3).

Таблица 2

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у легкоатлета М. с диапазоном вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) <150мс**

| MxDMn<150 |             |      |           |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      |  |
|-----------|-------------|------|-----------|------|-------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|--|
| Ф.И.О     | 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 |  |
| М.П.      | 46          | 61   | 59        | 432  | 1022        | 29   | 99      | 4105 | 56      | 974  | 6       | 1480 | 11       | 698  | 26       | 953  |  |
| М.П.      | 46          | 65   | 67        | 451  | 968         | 31   | 86      | 5895 | 45      | 864  | 6       | 2052 | 10       | 1731 | 26       | 1248 |  |
| М.П.      | 48          | 72   | 74        | 274  | 773         | 102  | 133     | 9060 | 70      | 5141 | 9       | 2655 | 26       | 659  | 28       | 605  |  |
| М.П.      | 46          | 66   | 75        | 316  | 677         | 59   | 93      | 4634 | 63      | 476  | 9       | 2479 | 16       | 824  | 5        | 855  |  |
| М.П.      | 47          | 78   | 80        | 290  | 698         | 77   | 232     | 4543 | 134     | 329  | 24      | 2734 | 23       | 823  | 51       | 657  |  |
| М.П.      | 48          | 80   | 84        | 274  | 699         | 105  | 758     | 3437 | 267     | 288  | 257     | 1735 | 93       | 765  | 141      | 648  |  |
| М.П.      | 46          | 75   | 133       | 318  | 273         | 68   | 241     | 2731 | 159     | 198  | 60      | 904  | 9        | 994  | 12       | 635  |  |

☐ - выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы

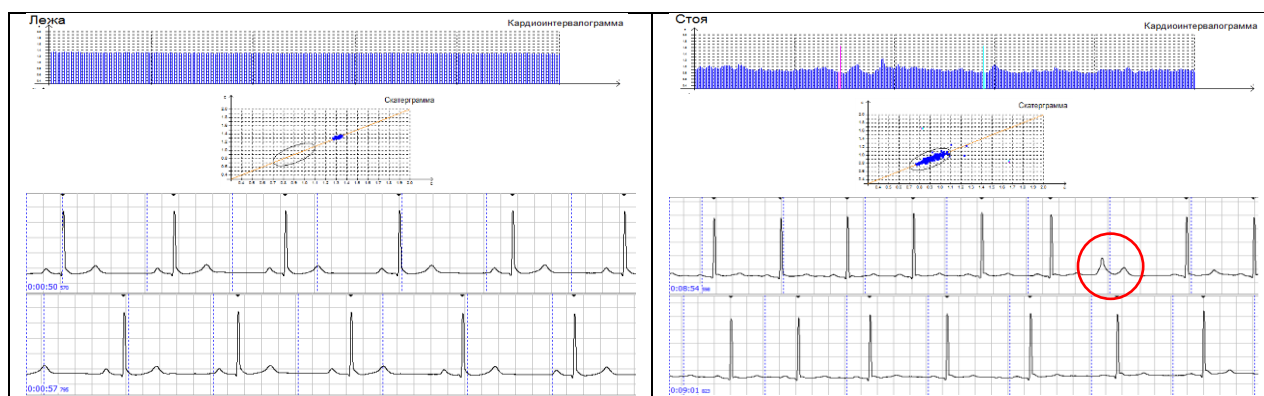


Рис. 3. Показатели кардиоритмограмм, скатерграмм и ЭКГ в покое и ортостазе у спортсмена М. с диапазоном MxDMn<150мс

В приведенном примере важно отметить, что при выраженной брадикардии имеется очень низкий диапазон MxDMn (<150мс) и изменения на ЭКГ. Не всегда согласовано MxDMn с ЧСС. Чем более выражены неблагоприятные изменения MxDMn в покое и ортостазе, тем серьезней нужно относиться тренеру и врачу к здоровью спортсмена. Устойчивые низкие значения MxDMn в тренировочном процессе связаны с перетренированностью и нарушением работы синусового узла. У спортсменов с разным индивидуальным типом вегетативной регуляции диапазоны значения MxDMn имеют количественные различия, о которых

будет упомянуто в разделе о типологических особенностях кардиорегуляторных систем (стр. 22).

SI характеризует степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). Этот показатель очень чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Он не всегда согласован с ЧСС, при выраженной брадикардии может быть низким или наоборот резко увеличенным.

В норме у спортсменов в состоянии покоя низкие показатели SI (25-70 усл.ед.), у высокоотренированных спортсменов 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 при разных диапазонах MxDMn могут говорить о разной степени нарушения вегетативной реактивности.

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

Спектральный анализ ВСР 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. Она 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 схеме: HF>LF>VLF>ULF. Она изменяется при утомлении, перетренированности, психоэмоциональном напряжении, нарушении состояния здоровья и может быть, когда LF>HF>VLF, или VLF>LF>HF, или VLF>HF>LF.

HF – высокочастотная составляющая спектра (дыхательные волны). Активность симпатического отдела ВНС как одного из компонентов вегетативного баланса оценивают по степени торможения активности автономного контура регуляции, за который ответствен 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 ( $\text{HFmc}^2$ ) и в виде относительной величины ( $\text{HF}\%$ ) 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 можно говорить о резком преобладании центральной или автономной регуляции. В этом случае существенно уменьшаются или увеличиваются значения ВСР  $\text{MxDMn}$ ,  $\text{Sl}$ , TP. Однако многие исследователи в своих печатных работах часто используют относительные величины  $\text{HF}\%$  и  $\text{LF}\%$  и редко абсолютные, при этом они не указывают значения общей суммарной мощности спектра (TP). Это серьезная ошибка, так как одинаковые относительные значения  $\text{HF}\%$  и  $\text{LF}\%$  могут быть при разных диапазонах показателя TP, что приводит исследователей к ложной интерпретации результатов ВСР. Например, при значениях TP  $15000\text{mc}^2$  и  $750\text{mc}^2$  относительные значения  $\text{HF}\%$  или  $\text{LF}\%$  могут быть одинаковыми, а трактовка состояния кардиорегуляции разная. Поэтому в работах важно указывать значение TP.

При ортостатическом тестировании абсолютное значение  $\text{HFmc}^2$  всегда снижается (благоприятная реакция). Резкое снижение (гиперреакция), незначительное изменение (гипореакция) и увеличение этого показателя вместо уменьшения (парадоксальная реакция) в ответ на ортостаз говорят о нарушении вегетативной реактивности и снижении адаптационно-резервных возможностей организма.

LF – мощность низкочастотной составляющей спектра, 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 ( $\text{HFmc}^2$ ) увеличивается мощность вазомоторных волн ( $\text{LFmc}^2$ ), то это означает, что процессы регуляции АД осуществляются при участии неспецифических механизмов [1]. У спортсменов в покое довольно

часто встречается увеличение LF волн в спектре ВСР. Это положение еще требует тщательного анализа [10,21].

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 и гипофизарно-гипоталамического уровней 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 энергодефицитные состояния (Флейшман А. Н., 1999).

Мобилизация энергетических и метаболических резервов при физических нагрузках может отражаться изменениями мощности спектра ВСР в VLF-диапазоне. При увеличении мощности VLF-волн в покое можно говорить о гипердаптивном состоянии, при снижении VLF-волн – о 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 [19,22].

При выраженном утомлении и перетренированности показатель VLF всегда меньше  $240\text{мс}^2$  в покое, и при этом в других показателях ВСР чаще отмечается парадоксальная реакция на ортостаз [22,23].

При малом диапазоне  $MxDMn$  ( $<150$ ,  $151-250\text{мс}$ ) значение VLF снижается, а с увеличением диапазона показатель VLF увеличивается.

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 выражено 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., 2009,2016,2019).

## 2.2. Оценка преобладающих типов вегетативной регуляции и их характеристики по результатам анализа variability сердечного ритма

Представление о норме ВСР как среднестатистическом показателе не должно устраивать исследователей, физиологов, врачей, тренеров и спортсменов ввиду наличия индивидуальных типологических особенностей регуляции, разных адаптационно-регуляторных возможностей организма, тренированности, состояния здоровья. Важно понять, что усреднение показателей ВСР у исследуемых с разными преобладающими типами вегетативной регуляции ведет к ложной интерпретации полученных результатов ВСР, и как следствие, к дискредитации самого метода [22,30,32].

Основываясь на современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций [1,2] и многолетние (более 35 лет) исследования 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 [22,30,32,33].

На основании многочисленных исследований ВСР были определены количественные и качественные критерии наиболее *информативных* показателей ВСР (MxDMn, SI, VLF) с целью выявления типологических особенностей регуляции сердечного ритма (табл. 3). Значение MxDMn означает работу синусового узла, SI характеризует общее напряжение организма, VLF определяет психофизиологическое напряжение и энерго-метаболические процессы. При этом подчеркивается, что другие показатели ВСР также важно учитывать при интерпретации полученных результатов.

Таблица 3

**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<br>мс                | SI<br>усл.ед. | VLF мс <sup>2</sup> |
| 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<br>351-450<br>451-550 | <100<br>>30 | >240                       |
| IV тип                | Выраженное преобладание автономного контура регуляции   | 551-650<br>651-750            | >10<br><30  | >240<br>TP>4000<br><10000  |
| IV тип патологический | Существенно выраженное преобладание автономного контура регуляции.<br><br>Для высокотренированных спортсменов при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз может трактоваться как норма.<br><br>При неблагоприятных реакциях на ортостаз (парадоксальных, гипер- и гипореакциях) относится к патологическому типу | >750                          | <10         | >500<br>TP>10000<br>-40000 |

На рис. 4 представлены данные анализа ВСР у лиц от 7 лет до 21 года с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, согласно которым вне зависимости от возраста выделены четыре типа регуляции с количественно-качественными различиями в показателях ВСР, характеризующие разный уровень вегетативного гомеостаза. Исходя из этого, важно понять, что нельзя усреднять показатели ВСР в каждой возрастной группе у лиц с разными типами регуляции, это приведет к ложной интерпретации полученных результатов.

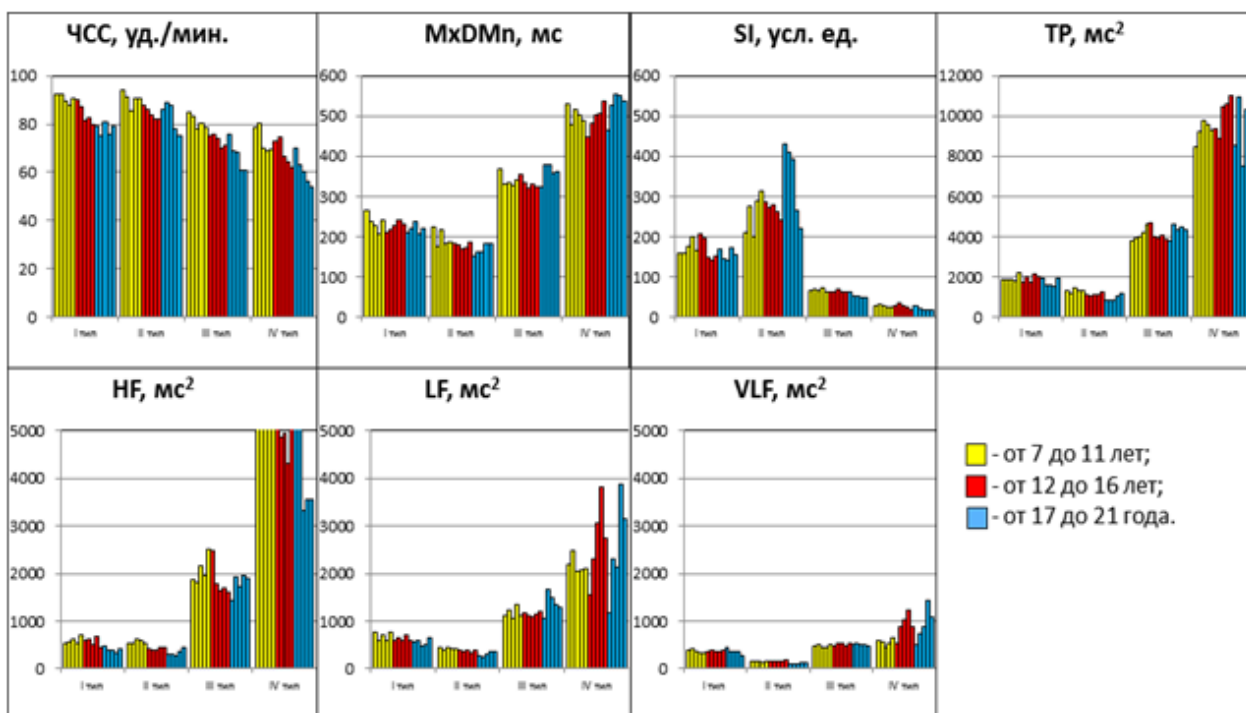


Рис. 4. Показатели вариабельности сердечного ритма в покое у лиц в возрасте от 7 лет до 21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции

Подлежат усреднению показатели ВСР только с одинаковым типом регуляции (табл. 4).

Подобный подход к оценке функционального состояния чрезвычайно важен для системы физиологического и медицинского контроля. Определение преобладающего типа вегетативной регуляции позволяет в каждый момент прогнозировать индивидуальное функциональное состояние организма, его регуляторно-адаптивные возможности, работу синусового узла, грамотно управлять тренировочным процессом и динамическим здоровьем каждого спортсмена. Преобладающий тип регуляции может изменяться при физических и психических перегрузках, изменении внешней среды и донозологических состояниях. Важно своевременно определять устойчивость вегетативного баланса [22,32].

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

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

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

Умеренному преобладанию центральных влияний на ритм сердца у спортсменов соответствует диапазон значений MxDMn 151-250мс. При этом показатель VLF как больше, так и меньше 240мс<sup>2</sup> по сравнению со II типом регуляции, при котором этот показатель всегда меньше 240мс<sup>2</sup> (табл. 4). При этом типе регуляции в 51% случаев встречаются нарушения вегетативной

реактивности на ортостаз. В этом случае увеличивается значение MxDMn вместо уменьшения, резко возрастает SI, увеличивается амплитуда показателей LF, VLF и ULF-волн вместо снижения (табл. 5, 6).

Таблица 5

**Показатели ВСР у пловцов в покое и ортостазе с I типом вегетативной регуляции и диапазоном MxDMn 151-250мс после выходного дня**

| MxDMn 151-250 |              |                                 |           |      |           |      |     |      |      |         |     |         |     |         |     |          |     |          |     |
|---------------|--------------|---------------------------------|-----------|------|-----------|------|-----|------|------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|----------|-----|
| №             | Дата и время | Комментарии к обследованию      | HR, уд./л |      | MxDMn, мс |      |     | SI   |      | TP, мс2 |     | HF, мс2 |     | LF, мс2 |     | VLF, мс2 |     | ULF, мс2 |     |
|               |              |                                 | Леж       | Стоя | Леж       | Стоя | Леж | Стоя | Леж  | Стоя    | Леж | Стоя    | Леж | Стоя    | Леж | Стоя     | Леж | Стоя     | Леж |
| 1             | 16.09.19     | вчера выходной, самочув хорошее | 69        | 85   | 208       | 206  | 138 | 165  | 1661 | 1337    | 487 | 101     | 532 | 593     | 461 | 312      | 181 | 332      |     |
| 2             | 24.06.19     | вчера выходной, самочув норм    | 90        | 106  | 182       | 134  | 281 | 422  | 1081 | 1231    | 206 | 471     | 258 | 509     | 383 | 190      | 235 | 61       |     |

- выделенный показатель ВСР указывает на отклонения от нормы

Таблица 6

**Показатели ВСР у пловцов в покое и ортостазе с I типом вегетативной регуляции и диапазоном MxDMn 151-250мс после плавания в предыдущий день**

| MxDMn 151-250 |              |  |           |      |           |      |     |      |      |         |     |         |     |         |     |          |     |          |     |
|---------------|--------------|--|-----------|------|-----------|------|-----|------|------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|----------|-----|
| №             | Дата и время | Комментарии к обследованию   | HR, уд./л |      | MxDMn, мс |      |     | SI   |      | TP, мс2 |     | HF, мс2 |     | LF, мс2 |     | VLF, мс2 |     | ULF, мс2 |     |
|               |              |  | Леж       | Стоя | Леж       | Стоя | Леж | Стоя | Леж  | Стоя    | Леж | Стоя    | Леж | Стоя    | Леж | Стоя     | Леж | Стоя     | Леж |
| 1             | 07.08.19     | вчера плавание 1 час, самочув норм   | 80        | 111  | 223       | 173  | 151 | 274  | 1385 | 1500    | 430 | 112     | 564 | 506     | 227 | 471      | 164 | 410      |     |
| 2             | 07.08.19     | вчера плавание 1 час, самочув норм   | 78        | 103  | 217       | 180  | 124 | 274  | 1710 | 1201    | 262 | 51      | 439 | 609     | 342 | 258      | 667 | 281      |     |
| 3             | 07.08.19     | вчера плавание 1 час, самочув норм   | 79        | 103  | 245       | 149  | 108 | 456  | 2231 | 1406    | 548 | 86      | 737 | 632     | 708 | 324      | 238 | 364      |     |
| 4             | 07.08.19     | вчера плавание 1 час, самочув норм   | 97        | 107  | 178       | 175  | 320 | 298  | 963  | 1397    | 267 | 139     | 338 | 773     | 236 | 331      | 121 | 154      |     |
| 5             | 07.08.19     | вчера плавание 1 час, самочув норм   | 95        | 141  | 185       | 70   | 243 | 2193 | 1343 | 154     | 249 | 4       | 553 | 88      | 334 | 51       | 208 | 11       |     |
| 6             | 14.08.19     | вчера 1 плавание 1 час 30 мин, 2 зал 1 час, плавание 1 час, самочув нормальное | 67        | 103  | 202       | 125  | 142 | 600  | 1502 | 639     | 547 | 75      | 588 | 446     | 181 | 68       | 186 | 51       |     |

- выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы

**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 центрально контура (II тип) полностью подавляет процессы

саморегуляции [22]. Самое важное, что при этом типе регуляции значения MxDMn меньше 150мс, а показатель VLF всегда меньше 240мс<sup>2</sup>. При ортостатическом тестировании в 100% случаев организм спортсменов не зависимо от вида спорта отвечает парадоксальными реакциями. Малый разброс кардиоинтервалов (MxDMn) говорит о напряжённой работе сердца, малое значение VLF (меньше 240мс<sup>2</sup>) - 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 табл. 7 на примере анализа ВСР юной биатлонистки, у которой имеется постоянно выраженное напряжение центрального контура регуляции в покое и парадоксальные реакции в ответ на ортостатическое тестирование.

Таблица 7

**Индивидуальный портрет ВСР у перетренированной биатлонистки Л.Е. (14 лет) с постоянно выраженным преобладанием 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 ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы



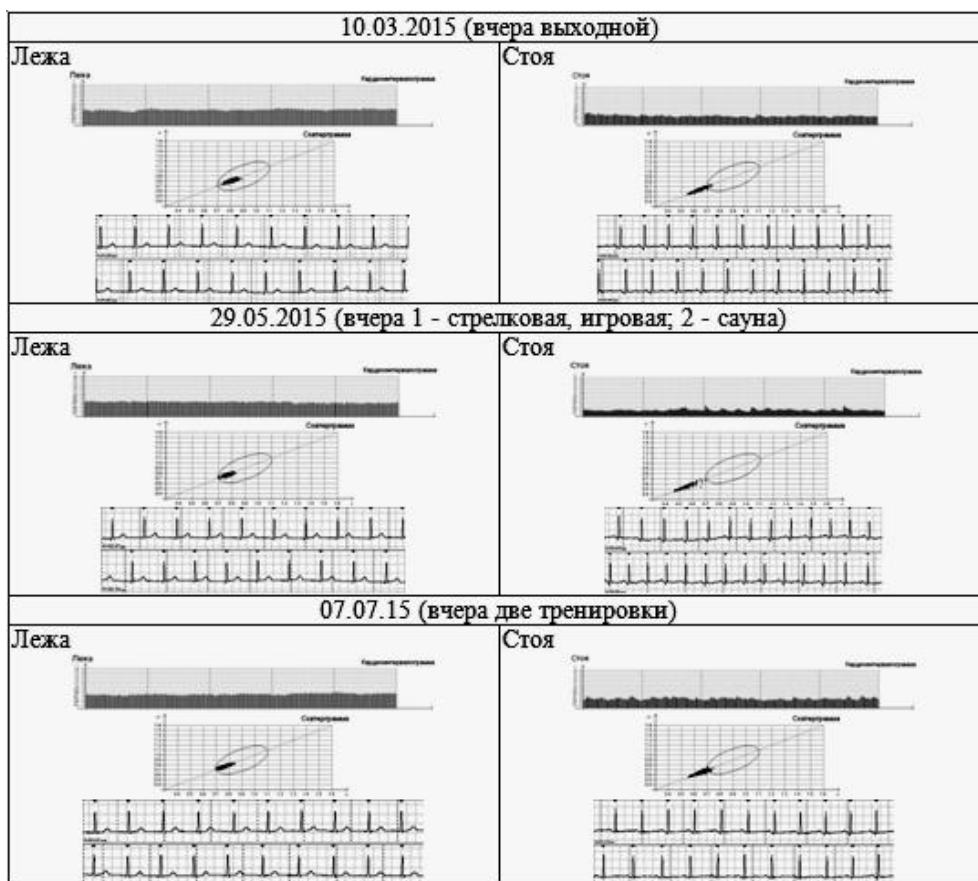


Рис. 5. Особенности кардиоритмограмм, скатерграмм и ЭКГ у перетренированной биатлонистки Л.Е. 14 лет при динамических исследованиях ВСР лежа и стоя

Согласно результатам, представленным в табл. 7, в покое во все дни исследований у нее имеются низкие значения  $MxDMn$  (меньше 150мс), постоянно низкий показатель VLF (он всегда меньше  $240мс^2$ ) и высокий SI. При ортостазе во многих случаях исследований ВСР встречается парадоксальный ответ, когда показатели  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF увеличиваются вместо уменьшения, а SI уменьшается вместо увеличения или резко возрастает.

Визуальная оценка кардиоритмограмм ВСР показывает на отсутствие variability, локальное скопление точек на скатерграммах и изменения на ЭКГ (рис. 5).

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 [22]. 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 8

**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 variability сердечного ритма |           |          |         |           |              |            |
| Показатели                                      | Лежа (1)  |          |         | Стоя (2)  |              | (2-1)/1, % |
|   | Кв.корень | Значение | Оценка  | Кв.корень | Значение     |            |
| Статистический и автокорреляционный анализ      |           |          |         |           |              |            |
| 1. HR, уд./мин. ....                            |           | 56       | -2,64   |           | 79           | 41,8       |
| 5. MxDMn, мс .....                              |           | 82       | -3,32   |           | 444          | 441,9      |
| 18. NArg, % .....                               |           | 1,4      |         |           | 1,8          | 24,1       |
| 19. SI, .....                                   | 32,577    | 1061     | 3,18    | 6,658     | 44           | -79,6      |
| Спектральный анализ                             |           |          |         |           |              |            |
| 20. TP, мс2 .....                               | 12,073    | 145,75   | -3,74   | 89,274    | 7969,78      | 639,5      |
| 21. HF, мс2 .....                               | 6,886     | 47,42    | -2,46   | 24,235    | 587,33       | 251,9      |
| 22. LF, мс2 .....                               | 5,284     | 27,92    | -3,9    | 73,624    | 5420,45      | 1293,3     |
| 23. VLF, мс2 .....                              | 4,244     | 18,01    | -4,01   | 33,298    | 1108,77      | 684,7      |
| 24. ULF, мс2 .....                              | 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      |

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

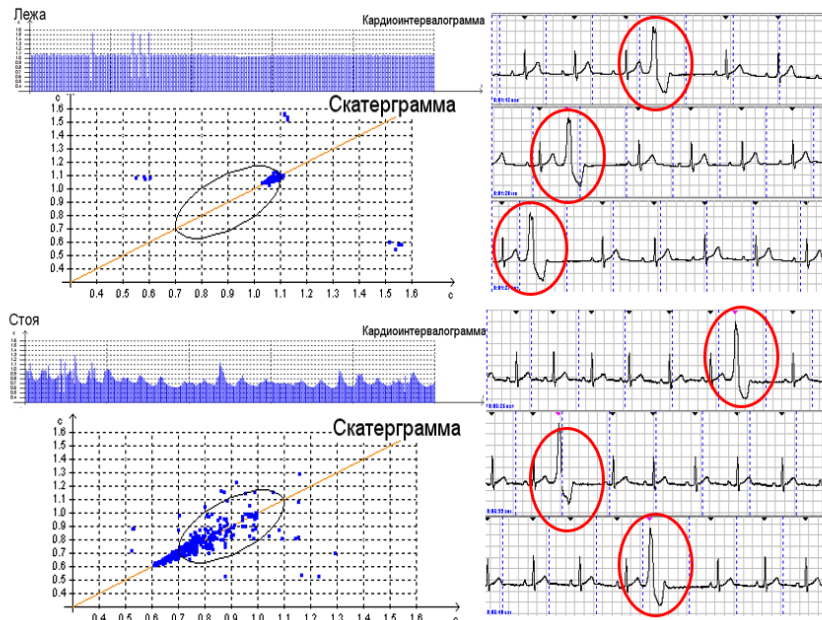


Рис. 6. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С.А. утром до тренировки

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. 8, рис. 6), когда у спортсмена в покое очень низкие показатели ВСП: 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 имеются множественные экстрасистолы. В ортостазе на кардиоритмограмме видно включение (всплески) парасимпатического отдела, что говорит о парадоксальности вегетативной реактивности. Это также подтверждается показателями ВСП на ортостаз, когда показатели MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF вместо уменьшения увеличиваются, а SI вместо увеличения резко снижается. В приложении показан ряд примеров с результатами анализа ВСП и ЭКГ у перетренированных спортсменов, которые продолжали тренировочный процесс. Эти спортсмены нуждались в срочном углубленном медицинском обследовании.

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

Однако имеются результаты показателей ВСП со II типом регуляции, когда в покое и ортостазе отсутствуют изменения на ЭКГ и со стороны вегетативной реактивности. Рассмотрение таких результатов исследования ВСП требует особого подхода, они чаще встречаются в конце соревновательного периода у отдельных спортсменов.

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)*

Выделенный в качестве оптимального тип вегетативной регуляции умеренного преобладания автономной регуляции (III тип) подтверждает известное положение, что именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления [1,2]. То есть при оптимальном уровне регулирования управление происходит с минимальным участием высших уровней управления, с минимальной централизацией управления.

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

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. Именно для точной оценки типа регуляции в покое необходимо проводить ортостатическое тестирование.

При III типе регуляции по сравнению с испытуемыми I и II типов достоверно больше длительность R-R и вариационный разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), 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 анализов ВСР у здоровых спортсменов [22]. У спортсменов с умеренным преобладанием автономного контура регуляции независимо от квалификации, специфики спорта выявлены более высокие функциональные и регуляторно-адаптивные возможности организма по сравнению со спортсменами с преобладанием центрального контура регуляции (I и II типы).

Понятие «нормы» включает в себя способность организма спортсмена адекватно изменять свои функциональные параметры и сохранять

оптимальность в различных периодах и условиях тренировочного процесса (например, в среднегорье на сборах и т.д.). В табл. 9 и на рис. 7 представлены результаты анализа ВСР с умеренным преобладанием автономной регуляции.

Таблица 9

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у биатлонистки К.У. МСМК с преобладанием III типа регуляции утром пред 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  |
| 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  |

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

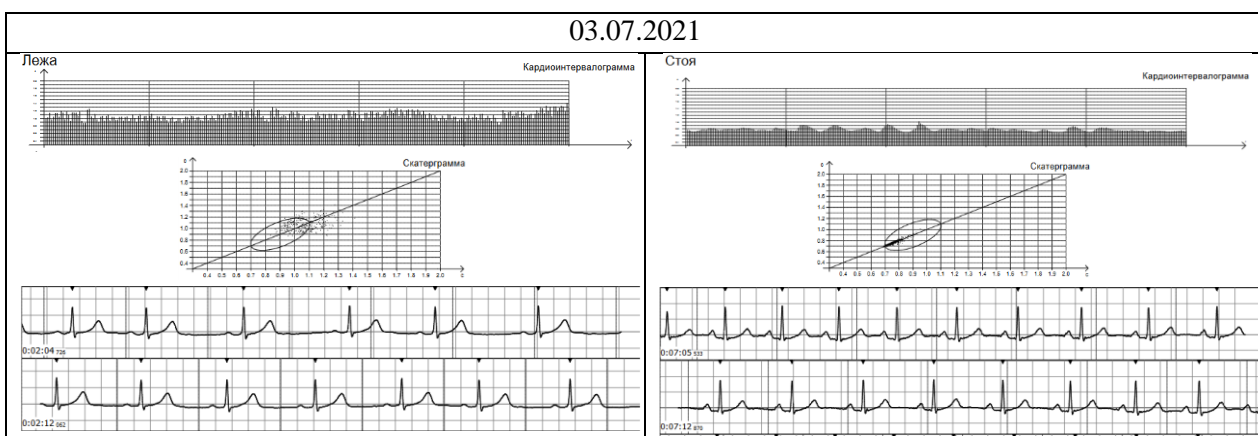


Рис. 7. Показатели кардиоинтервалограмм, скаттерграмм ВСР и ЭКГ у биатлонистки К.У. МСМК с преобладанием III типа регуляции утром пред очередной тренировкой

У этой спортсменки (МСМК, входит в сборную страны) умеренное преобладание автономного контура регуляции в покое, отсутствие парадоксальных реакций на ортостаз, хорошее восстановление после предыдущих тренировочных дней (III тип). Можно обратить внимание на то, что в ответ на ортостаз у высококвалифицированной биатлонистки во все дни исследований увеличен показатель LF.

### ***Определение IV типа регуляции с выраженным преобладанием автономного контура***

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

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

В данном примере показаны результаты анализа ВСП у биатлонистки MC (17 лет) с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (табл. 10). У нее имеется большой диапазон значений MxDMn >650мс, 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, но присутствуют гипореакции и гиперреакции. Имеются отклонения на ЭКГ (рис. 8).

Однако имеются данные о том, что выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва способны развиваться как следствие продолжительного поддержания хорошей физической формы и могут повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки [10,16]. Поэтому постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) может носить патологический характер и быть причиной серьезных отклонений со стороны сердечно-сосудистой системы. Мы неоднократно обращали внимание тренера и врачей к серьезному медицинскому обследованию данной спортсменки. В конце 2021 года она ушла из спорта.

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

| Дата     | ЧСС,<br>уд/мин |      | MxDMn<br>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  |

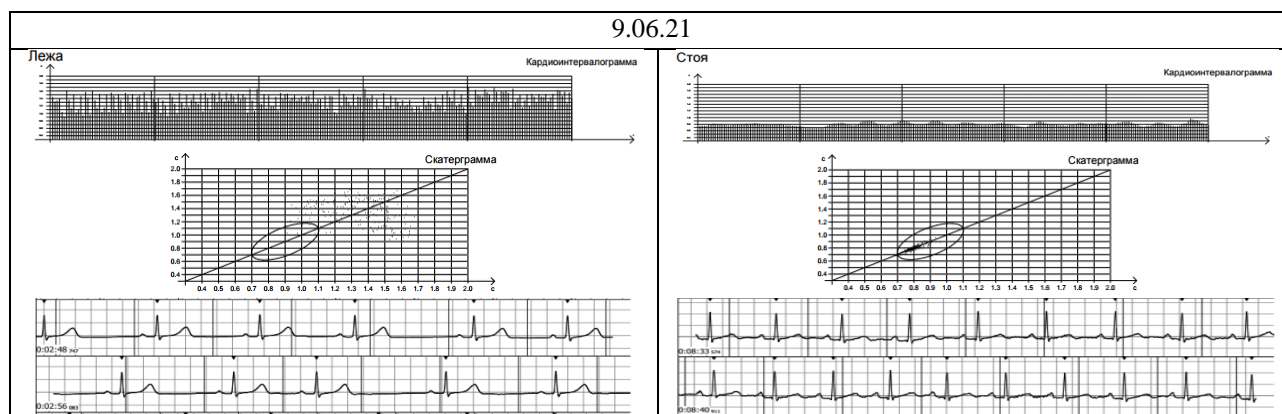


Рис. 8. Кардиоинтервалограммы, скаттерграммы ВСР и ЭКГ у биатлонистки К.А.(МС)



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) >650мс 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. 11, рис. 9) 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 11

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

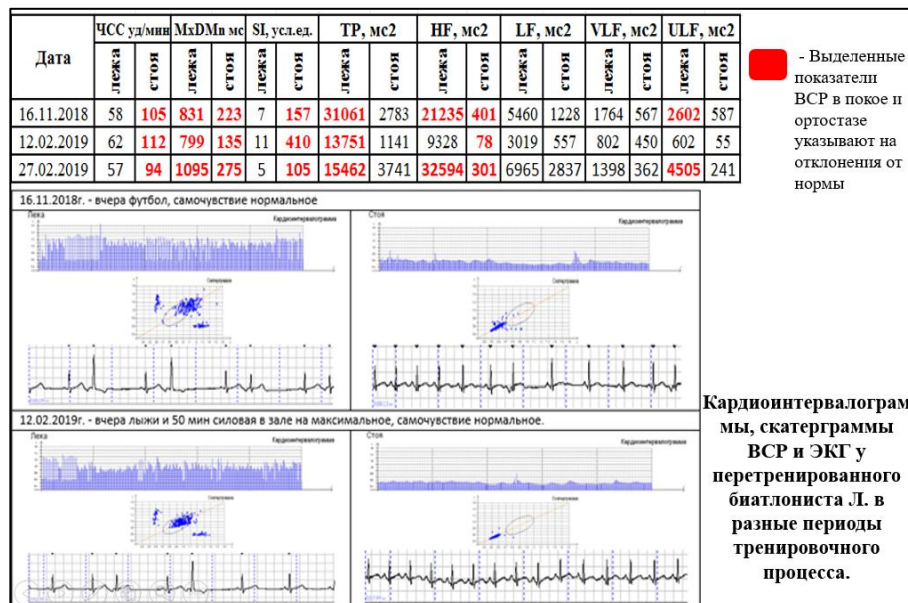


Рис. 9. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Л. в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса (IV тип патологический)

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, нарушения сердечного ритма у спортсменов выявляются чаще спортивными физиологами, чем их обнаруживают врачи на коротких записях ЭКГ в покое. В этом случае врачи просматривают серьезные нарушения сердечного ритма при прохождении спортсменом УМО.

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

### **3. Ортостатическое тестирование и характер вегетативных реакций при анализе variability сердечного ритма у спортсменов с разным преобладающим типом регуляции**

Проведение ортостатического тестирования при анализе ВСР является важным, так как позволяет более детально определить 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. [22,23,25 и др.] установлено, что типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но по вегетативной реактивности, которая определяется по ортостатическому тестированию.

Установлено, что характер вегетативной 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 в первую очередь 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  $240\text{мс}^2$  реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие носит оптимальный характер (увеличиваются ЧСС и SI, уменьшаются показатели MxDMn, TP, HF, LF, VLF), а при значении VLF меньше  $240\text{мс}^2$  имеется парадоксальный ответ (увеличиваются значения MxDMn, TP, LF, VLF, вместо уменьшения снижается показатель SI) (рис. 10).

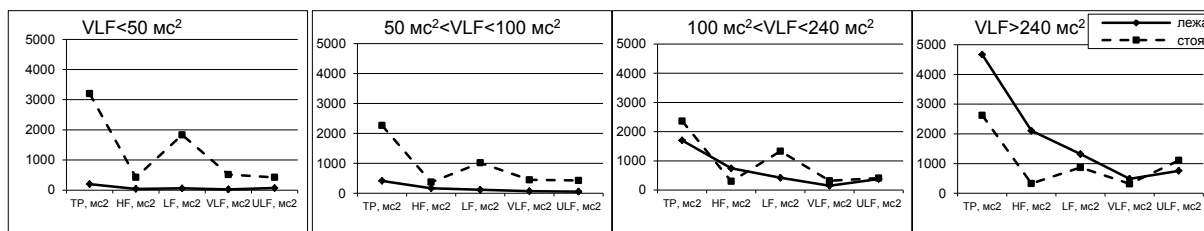


Рис. 10. Особенности вегетативной реактивности при ортостатической пробе при разных исходных значениях VLF  $\text{мс}^2$

Представленный анализ ВСР у трех спортсменок в табл. 12 и на рис. 11 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 М. и К. полностью не восстановились, 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 М. и К. подлежат углублённому медицинскому обследованию (УМО).

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.

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

|       | 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        |
| 28.03 |               |           |            |            |             |            |                     |             |                     |            |                     |             |                      |            |                      |             |
| 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.

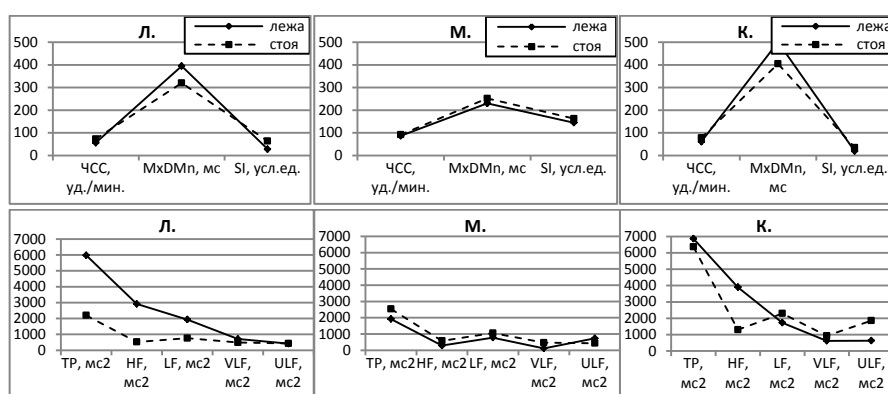


Рис. 11. Данные анализа ВСР у трех биатлонисток 14-ти лет при ортостазе на следующий день после выполнения одинаковых тренировочных нагрузок

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, MxDMn 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 на ортостаз 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 преобладающего типа вегетативной регуляции реакция дыхательных (HF), вазомоторных (LF) и эрготропных надсегментарных (VLF) центров на ортостатическое воздействие количественно и качественно различна [23,31].

Поэтому появление неблагоприятных реакций на ортостаз требует пристального внимания спортивного 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. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта в тренировочном процессе**

##### **4.1. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам динамических исследований вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе**

Цель исследования - показать, что по результатам ежедневного экспресс-анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции можно с успехом оценивать качество и нарушения в тренировочном процессе, своевременно определять появление ранних признаков перетренированности и прогнозировать спортивные результаты у лыжников-гонщиков и биатлонистов.

Методы и организация исследования. Под наблюдением находилось 54 лыжника-гонщика и 40 биатлонистов 15-24 лет (квалификация от I взрослого разряда до МС) сборных команд Удмуртской Республики на протяжении всех периодов тренировочного процесса. Основным методологическим подходом в оценке качества тренировочного процесса был ежедневный экспресс-анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в покое и ортостазе с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции и вегетативной реактивности. Экспресс-анализ ВСР проводился у каждого спортсмена ежедневно перед очередной тренировкой с помощью аппарата «Варикард 2.51» и программы «Варикард МП» в положениях лежа (5 минут) и стоя (6 минут).

Использование программы «Варикард МП» позволяло одновременно регистрировать ВСР у четырех спортсменов. За 30 минут исследовалась вся команда, что позволяло тренеру иметь полную информацию о функциональной подготовленности, адаптационно-резервных возможностях и восстановительных процессах каждого спортсмена и вовремя вносить коррективы в тренировочный план. Всего проведено более 2500 исследований ВСР.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Согласно полученным результатам экспресс-анализа ВСР в каждом периоде тренировочного процесса было установлено, как правило, отсутствие индивидуального подхода к планированию тренировочных нагрузок как у лыжников-гонщиков, так и у биатлонистов.

Таблица 13

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

| № | ЧСС<br>уд/мин |      | MxDMn<br>мс |      | SI,<br>усл.ед. |      | TP,<br>мс2 |      | HF,<br>мс2 |      | LF,<br>мс2 |      | VLF,<br>мс2 |      | ULF,<br>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

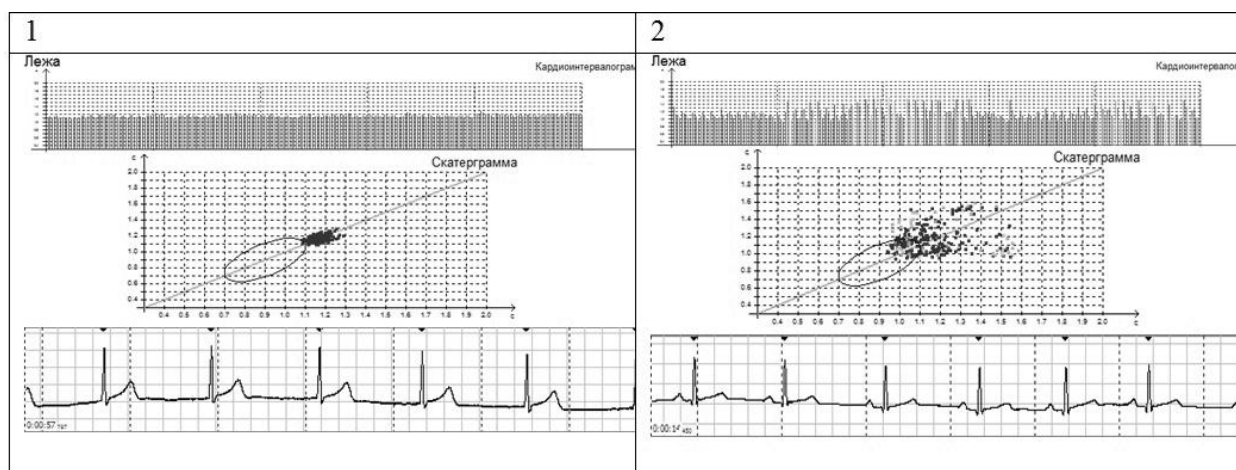


Рис.12. Кардиоритмограммы, скаттерграммы и ЭКГ у двух биатлонистов утром перед тренировкой при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)

В табл. 13 представлены результаты анализа ВСР в покое и ортостазе у двух биатлонистов с одинаковой ЧСС (51 уд/мин), но разным уровнем вегетативного баланса и вегетативной реактивности организма. Согласно

показателям ВСП у первого спортсмена выражено преобладают центральные структуры регуляции. Это видно по малым значениям показателей ВСП 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 ВСП в покое (патологический тип регуляции), кроме SI (IV патологический тип регуляции). При визуальной оценке кардиоритмограмм, скатерграмм ВСП и ЭКГ в покое у первого спортсмена на кардиоритмограмме отсутствует вариабельность, на скатерграмме имеется локальное скопление точек, а на ЭКГ виден жёсткий ритм сердца и отсутствие зубца Р. Вариабельность - это один из важных механизмов приспособления. Отсутствие ВСП у этого спортсмена указывает на ухудшение адаптационно-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 (рис.12). Поэтому здесь в первую очередь нужно говорить о нарушении работы синусового узла. Таким образом, у обоих биатлонистов при одинаковой ЧСС отмечается в разной степени нарушение регуляции в покое и ортостазе в результате выраженного утомления.

Нами установлено, что отсутствие динамического контроля за индивидуальным уровнем вегетативного баланса и вегетативной реактивностью при двух тренировках в день не дает возможности своевременно определять появление первых признаков переутомления и перетренированности.

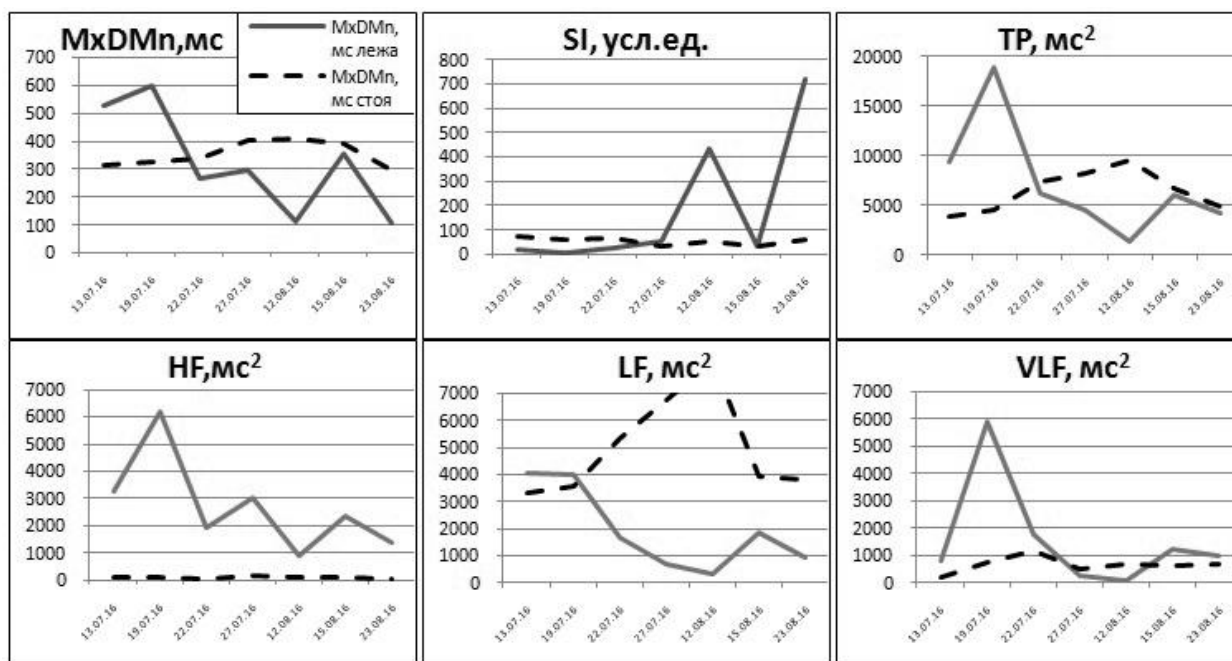


Рис. 13. Изменение показателей ВСР в покое и ортостазе у лыжника-гонщика (МС) при нарастании перетренированности на сборах в подготовительном периоде

На рис. 13 представлены результаты динамического анализа ВСР в покое и ортостазе у лыжника-гонщика в подготовительном периоде, согласно которым на 8 день сборов отмечается нарастающее снижение показателей ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF и резкое увеличение SI в покое, а также появление выраженных парадоксальных реакций на ортостаз (когда увеличиваются показатели ВСР MxDMn, TP, HF, LF вместо снижения и уменьшается SI вместо увеличения). Эта отрицательная динамика в показателях ВСР в покое и ортостазе говорит о том, что большая часть сборов для спортсмена была чрезвычайно нагрузочной, что привело к появлению выраженной дисрегуляции и снижению резервных возможностей в результате перетренированности. С появлением первых признаков вегетативного дисбаланса и парадоксальных реакций на ортостаз необходимо было снять спортсмена с тренировочного процесса и отправить на восстановительную терапию с последующей коррекцией нагрузок.

В табл. 14 представлены результаты оценки уровня восстановительных процессов по данным анализа ВСР утром в покое и ортостазе после одинакового тренировочного дня у семи лыжниц-гонщиц в предсоревновательном периоде, которые показали на существенные межиндивидуальные различия в состоянии регуляторных систем.

**Показатели ВСР у лыжниц-гонщиц утром после одинакового предыдущего тренировочного дня в предсоревновательном периоде**

| № | ЧСС уд |      | MxDMn |      | SI, усл.ед |      | TP, мс2 |      | HF, мс2 |      | LF, мс2 |      | VLF, мс2 |      | ULF, мс2 |      |
|---|--------|------|-------|------|------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
|   | леж    | стоя | леж   | стоя | леж        | стоя | лежа    | стоя | лежа    | стоя | лежа    | стоя | лежа     | стоя | лежа     | стоя |
| 1 | 65     | 81   | 357   | 248  | 28         | 127  | 5554    | 2075 | 3689    | 377  | 629     | 789  | 443      | 702  | 793      | 206  |
| 2 | 56     | 74   | 56    | 171  | 1672       | 250  | 71      | 934  | 29      | 149  | 12      | 297  | 15       | 120  | 15       | 368  |
| 3 | 52     | 90   | 552   | 122  | 14         | 578  | 18066   | 509  | 2375    | 51   | 9115    | 212  | 2504     | 132  | 4071     | 114  |
| 4 | 59     | 69   | 347   | 177  | 40         | 178  | 4379    | 1322 | 2283    | 354  | 866     | 331  | 261      | 411  | 969      | 226  |
| 5 | 62     | 76   | 231   | 194  | 105        | 198  | 1910    | 1367 | 684     | 230  | 462     | 425  | 400      | 309  | 364      | 403  |
| 6 | 68     | 97   | 224   | 109  | 105        | 672  | 1902    | 492  | 1020    | 28   | 326     | 309  | 171      | 95   | 385      | 61   |
| 7 | 59     | 71   | 642   | 335  | 14         | 48   | 10093   | 4719 | 3125    | 425  | 3007    | 1634 | 1448     | 1203 | 2513     | 1456 |

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

**Выполняемые нагрузки в предыдущий день:**

**1 тренировка** – роллеры классическим стилем: разминка 6 км, ускорения 4x2 мин 10 км, заминка 6 км, пробежка и растяжка.

**2 тренировка** – силовая нагрузка 1,5 ч.

Согласно показателям ВСР, только две лыжницы под номерами 1 и 4 легче перенесли двухразовые тренировочные нагрузки. В то время как для спортсменок под номерами 2, 3, 5, 6 и 7 нагрузки были избыточными. У лыжниц под номерами 2 и 6 отмечалось выраженное преобладание центрального контура регуляции (очень малые значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF и высокий SI), особенно у спортсменки под номером 2. Очень малые значения MxDMn у этой лыжницы говорят об отсутствии варибельности в результате выраженного утомления. А для спортсменок под номерами 3 и 7, наоборот, характерно существенное преобладание автономного контура регуляции (большие значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и очень малый SI) и нарушение сердечного ритма. Исходя из неблагоприятных результатов анализа ВСР, этим пяти спортсменкам требуется консультация кардиолога, восстановительная терапия и коррекция тренировочных нагрузок. Ни одна из этих спортсменок не показала значимых результатов на соревнованиях разного уровня.

Как известно, соревновательный период связан со значительным ростом физических и психических нагрузок, а также с переездами спортсменов. На рис. 14 представлены различия в состоянии регуляции у трёх биатлонистов в соревновательном периоде на двухнедельных



отборочных сборах на чемпионат мира в декабре 2017 г. в Токсово Ленинградской области.

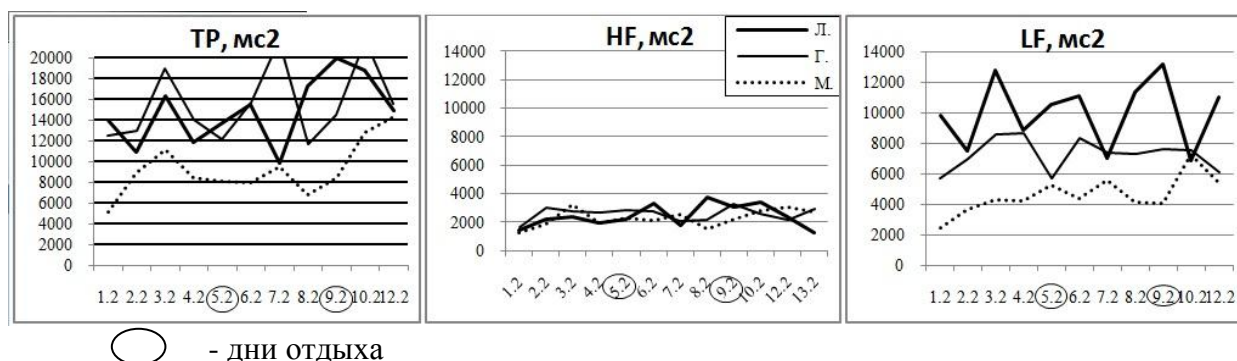


Рис. 14. Различия в показателях ВСР у биатлонистов Л., Г., М. при одинаковом тренировочном режиме в соревновательном периоде (февраль 2018)

Первые десять дней этих сборов были посвящены подготовке к соревнованиям, а последние четыре дня - непосредственно соревнованиям. На этом рисунке чётко видны индивидуальные различия в динамике показателей ВСР TP, HF и LF, 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 волнами ( $HF\text{mc}^2$ ), при этом индивидуальный уровень этих показателей имеет существенные различия. У биатлониста М. отмечается вегетативный баланс между показателями HF и LF, в то время как у двух других биатлонистов выражено преобладают показатели TP и LF, особенно у биатлониста Л., что указывает на выраженную активность надсегментарных структур регуляции и нерациональный путь адаптации сердечно-сосудистой системы к одинаковым нагрузкам. Это говорит о том, что биатлонисты Л. и Г., в отличие от биатлониста М., приехали на отборочные соревнования с более низкими функциональными возможностями организма, поэтому одинаковый тренировочный и соревновательный режимы они выполняли с большим усилием. Это привело к перетренированности, и, как следствие, к ухудшению спортивных результатов. Биатлонист М. имел более устойчивую регуляцию на протяжении сборов и поэтому показывал высокие результаты на соревнованиях. На этом примере четко прослеживается взаимосвязь индивидуального состояния вегетативной регуляции и спортивных результатов в соревновательном периоде.

Оптимальность ритма сердца вырабатывается механизмами управления на основе информации о состоянии самого организма и выполняемых физических нагрузках [2,5,8,10,22]. 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 [10,32].

В этом случае показатели ВСР не должны учитываться, так как они будут давать ложную информацию о состоянии регуляции (табл. 15, рис. 15).

Таблица 15

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

| HR, 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 |
| 56          | 79   | 82        | 444  | 106         | 44   | 145     | 7969 | 47      | 587  | 28      | 5420 | 18       | 1108 | 52       | 853  |

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

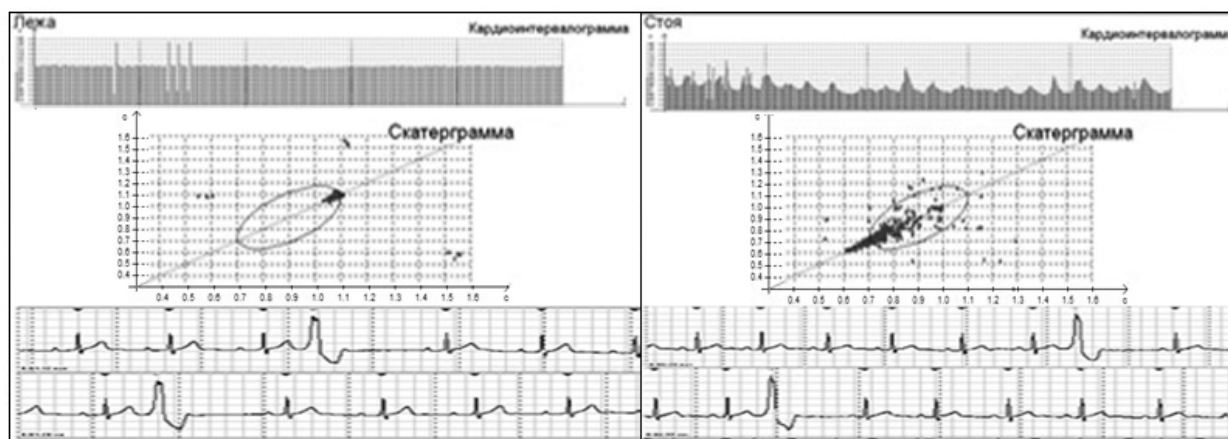


Рис. 15. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. утром до тренировки

Поэтому при анализе показателей ВСР важно одновременно визуально оценивать кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ, что даст полную картину истинного состояния кардиорегуляторных систем. У данного биатлониста на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ видны серьезные нарушения сердечного ритма. Этот спортсмен перетренирован и ему требуется отстранение от тренировок и восстановительная терапия.

Нами установлено, что при переходе спортсмена от одного тренера к другому не учитываются характер, объём и интенсивность ранее выполняемого им тренировочного режима. Это, как правило, ведет к перетренированности и снижению спортивных результатов. На рис. 16 представлен индивидуальный портрет показателей ВСР MxDMn, HF, LF у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса в

течение трёх лет. В 2015 и 2016 гг. в юношеском возрасте биатлонист тренировался у одного тренера, в 2017 г. он перешел в группу юниоров к другому тренеру, который не имел четкого представления о диапазоне резервных возможностей спортсмена и начал резко увеличивать объёмы нагрузок силового характера в подготовительном периоде по сравнению с предыдущими годами.

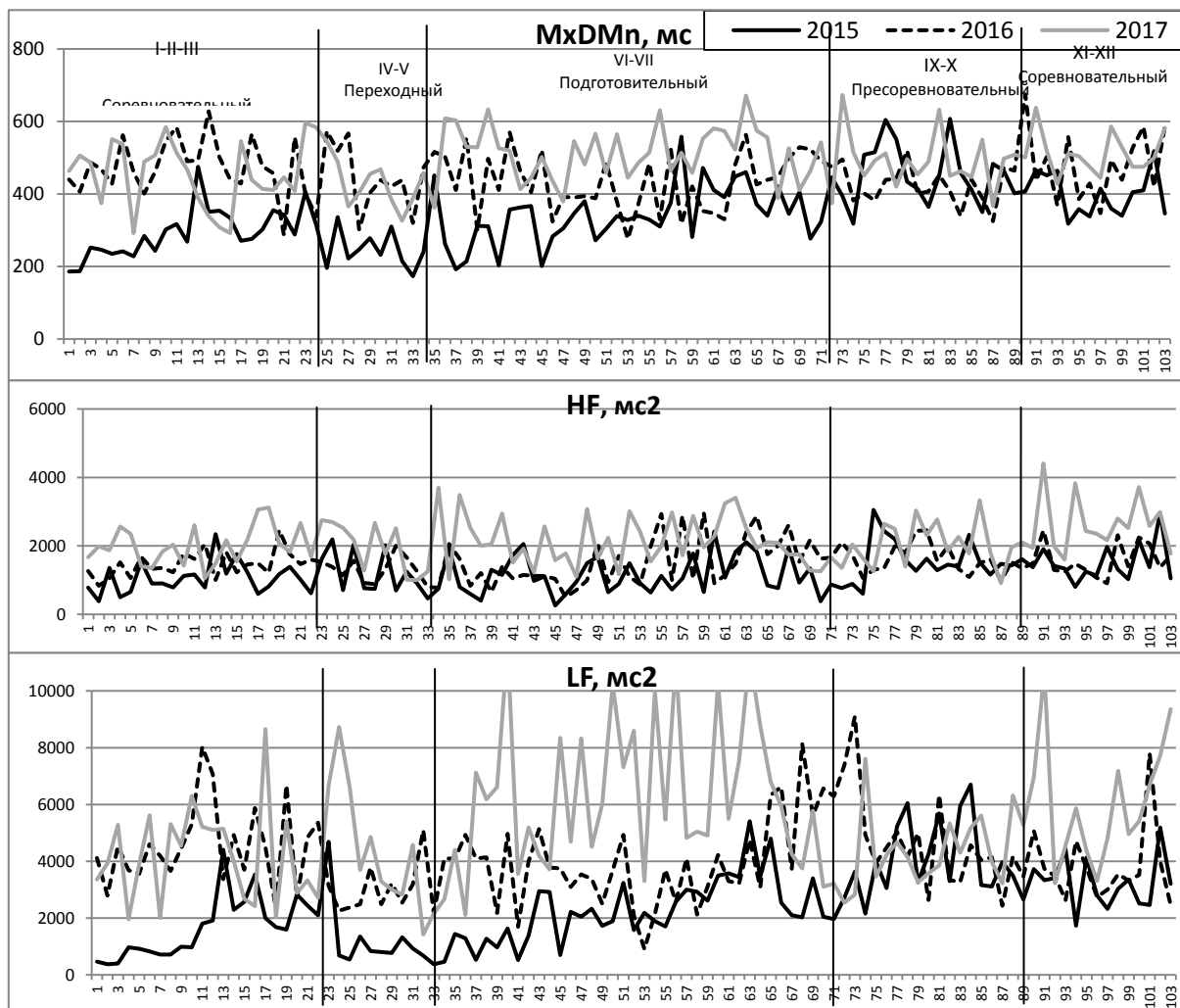


Рис. 16. Индивидуальный портрет показателей ВСП у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса при переходе от одного тренера к другому

В результате у биатлониста резко возросли показатели ВСП  $MxDMn$ ,  $HF$  и особенно  $LF$ , которые указывают на чрезмерно выраженную активность звеньев надсегментарных уровней управления в подготовительном периоде по сравнению с предсоревновательным и соревновательным периодами.

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

При оценке результатов анализа ВСР у лыжников-гонщиков и биатлонистов установлено, что тренеры, как правило, необоснованно переносят объём, интенсивность и количество тренировок, выполняемых на равнине, в новые условия внешней среды (среднегорье). При этом не учитывается острый период адаптации каждого спортсмена к разным условиям среды.

На рис. 17 показаны результаты анализа ВСР на сборах в горах у трёх лыжников-гонщиков с разными типами регуляции при выполнении одинакового тренировочного режима. Анализ ВСР показал, что присущий каждому из них индивидуальный тип вегетативной регуляции сохраняется на протяжении 21 дня сборов. В данном примере четко прослеживается важная роль вегетативной регуляции в обеспечении сердечно-сосудистого гомеостаза в горах. Согласно этому рисунку у спортсмена Д. все показатели ВСР отличаются от показателей двух других спортсменов.

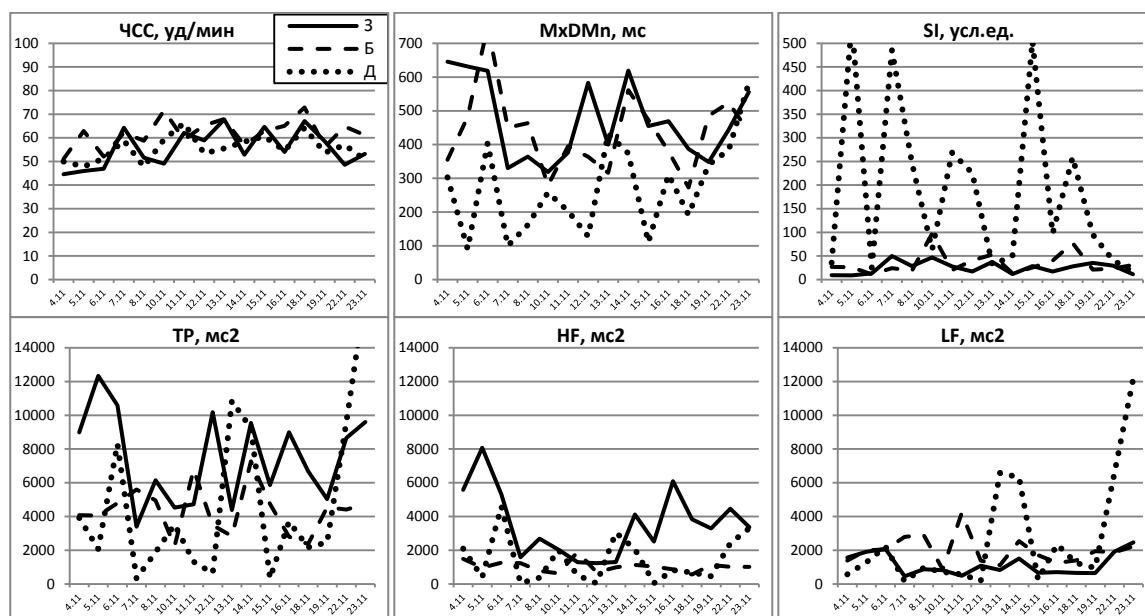


Рис. 17. Различия в состоянии вегетативной регуляции у лыжников-гонщиков З., Б., Д. на сборах в горах (ноябрь 2017) при одинаковом тренировочном режиме

О разных функциональных возможностях кардиорегуляторных систем спортсменов говорит разное соотношение дыхательных (HF) и вазомоторных волн (LF) (рис. 18).

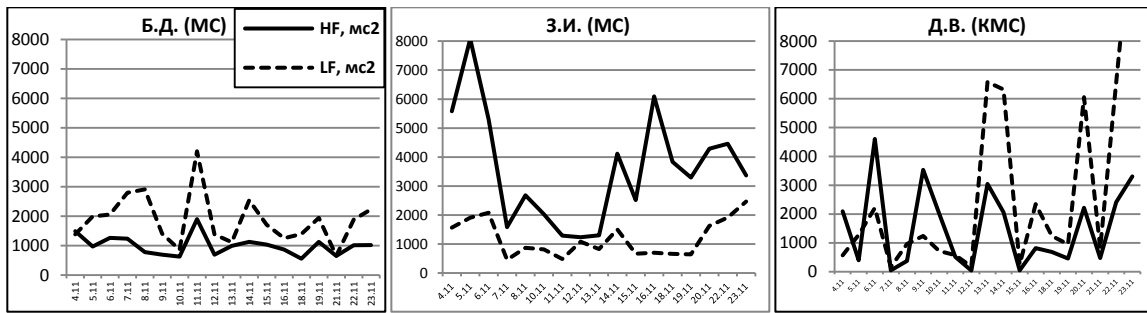


Рис. 18. Соотношение дыхательных (HF,  $mc^2$ ) и вазомоторных волн (LF,  $mc^2$ ) у трех лыжников-гонщиков на сборах в горах (Вершина Теи), ноябрь 2017

У первого лыжника в спектре ВСП умеренно преобладают вазомоторные волны (LF), у второго, наоборот, выраженно преобладают дыхательные волны (HF), а у третьего в первую половину сборов (с 04.11 до 12.11) в горах преобладают HF-волны, а во вторую половину сборов начинают резко преобладать вазомоторные волны (LF). В последнем случае речь идет о переходе регуляции с одного уровня на другой, что говорит о её неустойчивости в результате перетренированности. Кроме того, у этого спортсмена на кардиоинтервалограммах, скатерграммах и ЭКГ имеются существенные нарушения сердечного ритма (рис. 19).

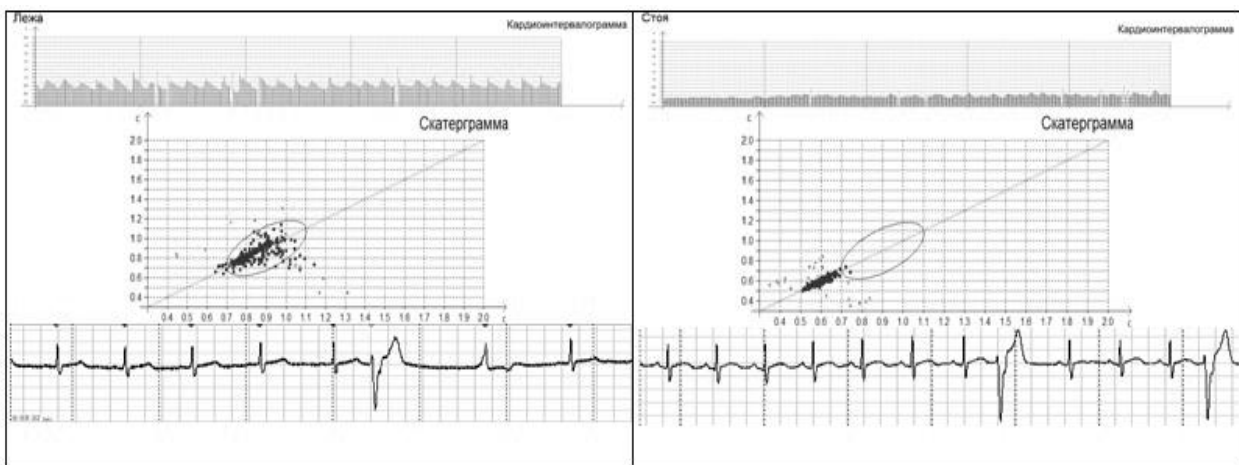


Рис. 19. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСП и ЭКГ перед 2-й тренировкой в горах (Тёя) у перетренированного лыжника-гонщика Д. (КМС)

Все показатели ВСП указывают на то, что он приехал в горы уже перетренированным и на этом фоне продолжал выполнять одинаковые тренировочные нагрузки наряду с другими спортсменами.

Таким образом, динамические исследования ВСП, независимо от условий проведения тренировочного процесса, позволяют своевременно выявлять ранние признаки нарушения нейровегетативной регуляции сердца, ведущие к развитию перенапряжения.

Также нами установлены многие случаи участия спортсменов в соревнованиях с отклонениями в состоянии здоровья и выход на тренировки в ранние сроки после болезни. Это приводит к снижению адаптационных резервов, ухудшению восстановительных процессов и перетренированности.

В табл. 16 представлены результаты экспресс-анализа ВСР у пяти лыжниц-гонщиц перед очередной тренировкой с жалобами на отклонения в состоянии здоровья. Несмотря на это, они выполняли накануне две насыщенные тренировки, не соответствующие их состояниям. Выделенные показатели ВСР в таблице в покое и ортостазе указывают на вегетативный дисбаланс, патологическую реактивность и жалобы на плохое самочувствие. Спортсменки не были готовы к очередным тренировкам. В соревновательном периоде они не показали спортивных результатов.

Таблица 16

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у лыжниц-гонщиц с отклонениями в состоянии здоровья (11.10.2017) утром перед очередной тренировкой с одинаковыми нагрузками**

| Комментарий   | ЧСС уд |                                 | MxDMn                            |                                  | SI, усл.ед.                      |                                  | TP, мс2                            |                                   | HF, мс2                          |                                  | LF, мс2                           |                                  | VLF, мс2                          |                                  | ULF, мс2                          |                                  |
|---|--------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|   | ле     | стоя                            | леж                              | стоя                             | лежа                             | стоя                             | лежа                               | стоя                              | лежа                             | стоя                             | лежа                              | стоя                             | лежа                              | стоя                             | лежа                              | стоя                             |
| <b>Б. Е. (КМС, 1996)</b>  |        |                                 |                                  |                                  |                                  |                                  |                                    |                                   |                                  |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |
| Самочув <u>горло немного першит, выпалась</u>   | 65     | 81                              | 357                              | 248                              | 28                               | 127                              | 5554                               | 2075                              | 3689                             | <input type="text" value="377"/> | 629                               | <input type="text" value="789"/> | 443                               | <input type="text" value="702"/> | 793                               | 206                              |
| <b>И. С. (КМС, 1998)</b>  |        |                                 |                                  |                                  |                                  |                                  |                                    |                                   |                                  |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |
| <u>С 5 по 8.10.17 болела. Держится насморк, не выпалась</u>                                     | 52     | <input type="text" value="90"/> | <input type="text" value="552"/> | 122                              | <input type="text" value="14"/>  | <input type="text" value="578"/> | <input type="text" value="18066"/> | 509                               | 2375                             | <input type="text" value="51"/>  | <input type="text" value="9115"/> | <input type="text" value="212"/> | <input type="text" value="2504"/> | 132                              | <input type="text" value="4071"/> | <input type="text" value="114"/> |
| <b>Б. Д. (КМС, 1999)</b>  |        |                                 |                                  |                                  |                                  |                                  |                                    |                                   |                                  |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |
| <u>Болят мышцы рук и ног. Капает лекарство в нос и полощет горло.</u>                           | 59     | <input type="text" value="69"/> | 347                              | <input type="text" value="177"/> | 40                               | <input type="text" value="178"/> | 4379                               | 1322                              | 2283                             | <input type="text" value="354"/> | 866                               | 331                              | <input type="text" value="261"/>  | <input type="text" value="411"/> | 969                               | 226                              |
| <b>Г. Р. (1 разряд, 1999)</b>   |        |                                 |                                  |                                  |                                  |                                  |                                    |                                   |                                  |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |
| <u>С 5 по 8.10.17 болела. Насморк ещё есть, не выпалась. Руки болят после силовой нагрузки.</u> | 62     | 76                              | <input type="text" value="231"/> | 194                              | <input type="text" value="105"/> | <input type="text" value="198"/> | <input type="text" value="1910"/>  | <input type="text" value="1367"/> | <input type="text" value="684"/> | 230                              | <input type="text" value="462"/>  | <input type="text" value="425"/> | 400                               | 309                              | 364                               | <input type="text" value="403"/> |
| <b>Г. В. (КМС, 1999)</b>  |        |                                 |                                  |                                  |                                  |                                  |                                    |                                   |                                  |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |
| <u>7.10.17 болело горло и насморк.</u>  | 68     | <input type="text" value="97"/> | <input type="text" value="224"/> | 109                              | <input type="text" value="105"/> | <input type="text" value="672"/> | <input type="text" value="1902"/>  | 492                               | 1020                             | <input type="text" value="28"/>  | <input type="text" value="326"/>  | <input type="text" value="309"/> | <input type="text" value="171"/>  | 95                               | 385                               | 61                               |

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

**Выполненные нагрузки на двух тренировках в предыдущий день:**  
 Вчера зарядка - кросс 40мин. **1 трен.** - роллеры классическим стилем: разминка 6 км, ускорения 4x4мин 10 км, заминка 6 км, пробежка и растяжка.  
**2 трен.** – силовая нагрузка 1,5ч.

В процессе исследования лыжников-гонщиков в горах также установлено, что часто спортсменов ставят на соревнования сразу на несколько дистанций (табл. 17). При этом не учитываются перед соревнованиями и в дни соревнований предъявляемые жалобы на плохую переносимость нагрузок. Такие спортсмены, как правило, перетренированы и не приносят результаты.

Таблица 17

**Состояние регуляторных систем и спортивные результаты у лыжника-гонщика (МС) в соревновательном периоде на вершине Тёи**

| Дата     | Комментарии к обследованию   | HR, уд. |      | MxDMn |      | SI, усл.ед. |      | TP, мс2 |      | HF, мс2 |      | LF, мс2 |      | VLF, мс2 |      | ULF, мс2 |      |
|----------|--|---------|------|-------|------|-------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
|          |  | ле      | стоя | леж   | стоя | леж         | стоя | леж     | стоя | леж     | стоя | леж     | стоя | леж      | стоя | леж      | стоя |
| 18.11.17 | вчера первая конёк 2.00, 12 уск по 30 сек. вторая кросс 30 мин. вечером баня. самочувствие <b>ватные мышцы</b> | 73      | 72   | 273   | 459  | 77          | 37   | 2362    | 4453 | 559     | 880  | 1395    | 2581 | 170      | 281  | 238      | 712  |
| 19.11.17 | вчера выходной, выспался, голодный, самочувствие <b>мышцы уставшие</b>   | 56      | 79   | 485   | 277  | 21          | 85   | 4548    | 2281 | 1130    | 149  | 1944    | 1556 | 622      | 362  | 852      | 214  |
| 21.11.17 | вчера соревнования классика 10 км, <b>47 место.</b> +2.07. самочувствие <b>уставший</b>                        | 66      | 81   | 290   | 238  | 83          | 114  | 1810    | 2484 | 652     | 102  | 657     | 1501 | 231      | 281  | 268      | 600  |
| 22.11.17 | вчера спринт конёк 1,5 км. <b>77 место.</b> +12 сек. Выспался, поел, самочувствие среднее                      | 65      | 77   | 524   | 283  | 23          | 87   | 4413    | 2289 | 1013    | 273  | 1884    | 1236 | 535      | 315  | 980      | 465  |
| 23.11.17 | вчера отдых. самочувствие нормальное, <b>ночью тошнило</b>   | 61      | 84   | 437   | 306  | 31          | 72   | 4740    | 3343 | 1021    | 238  | 2232    | 2448 | 472      | 375  | 1015     | 283  |
| 25.11.17 | вчера 15км конёк <b>51 место.</b> +2.30. Выспался, поел, самочувствие среднее, <b>голова мутная</b>            | 62      | 89   | 350   | 201  | 36          | 182  | 3888    | 1100 | 771     | 90   | 1711    | 582  | 520      | 303  | 886      | 126  |

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

Также установлено, что в большинстве случаев лыжники-гонщики и биатлонисты после дней отдыха не имеют полноценного восстановления. Основными причинами являются необоснованные избыточные нагрузки в недельных микроциклах, 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 необходимо назначать при дисрегуляторных проявлениях, ухудшении адаптационных механизмов и появлении нарушений сердечного ритма на кардиоинтервалограммах, скатерграммах и ЭКГ. На рис. 20 приводятся данные кардиоинтервалограмм, скатерграмм и ЭКГ, на которых четко видны нарушения сердечного ритма у юного лыжника-гонщика в соревновательном периоде после дня отдыха. Этот спортсмен был снят с тренировочного процесса и отправлен к кардиологу для восстановительной терапии.

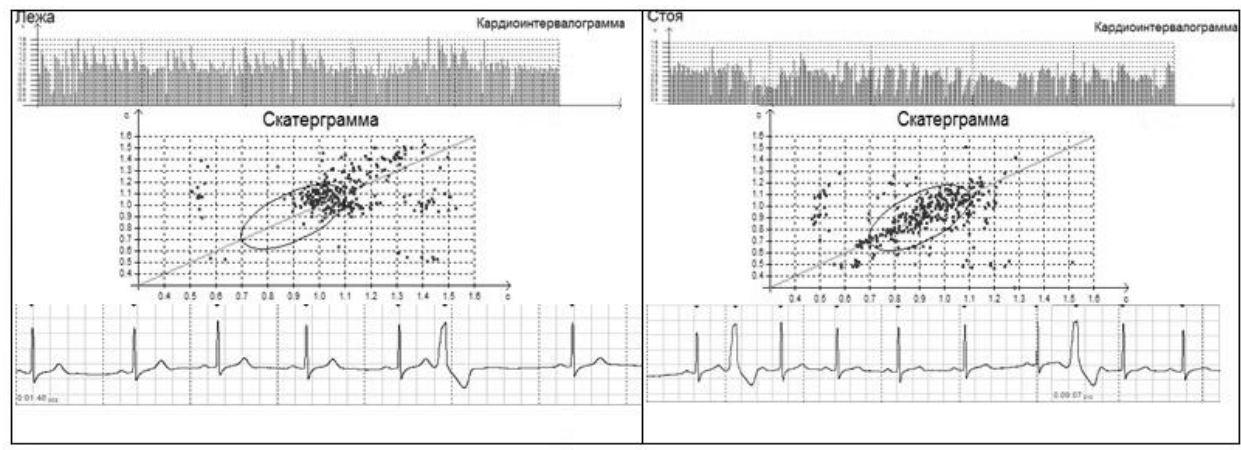


Рис. 20. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ у лыжника (15 лет) после дня отдыха

Особенно важно тщательно относиться к планированию тренировочных нагрузок для юных спортсменов. В табл. 18 представлены результаты экспресс-анализа ВСР в покое и ортостазе у шестнадцати юных биатлонистов при выполнении двух одинаковых тренировочных нагрузок 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 дисрегуляции в покое и парадоксальным реакциям на ортостаз (табл. 18). 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 (IV патологический тип регуляции). У 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).



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

|    | ЧСС |      | MxDMn |      | SI, усл.ед. |      | TP, мс2 |      | HF, мс2 |      | LF, мс2 |      | VLF, мс2 |      | ULF, мс2 |      |
|----|-----|------|-------|------|-------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
|    | леж | стоя | леж   | стоя | леж         | стоя | леж     | стоя | леж     | стоя | леж     | стоя | леж      | стоя | леж      | 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  | 75  | 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. и 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.

#### 4.2. Показатели вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменения у легкоатлетов-бегунов в тренировочном процессе

**Результаты исследования и их обсуждение.** При анализе 1740 результатов динамических исследований ВСР у легкоатлетов-бегунов с учетом специфики бега были установлены семь диапазонов значений вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) от <150мс до >650мс, характеризующие разное состояние кардиорегуляторных систем и работы

синусового узла (табл 19 и 20). Было установлено, что при одинаковых диапазонах значений MxDMn могут преобладать дыхательные (HF) или вазомоторные (LF) волны.

В табл. 19 и 20 приведены результаты анализа ВСР у спринтеров, средневики и стайеров в покое и ортостазе при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) с учетом преобладания в волновой структуре спектра дыхательных (HF) (табл. 19) и вазомоторных волн (LF) (табл. 20).

При анализе ВСР у легкоатлетов с преобладанием HF-волн в покое процессы восстановления у спринтеров чаще встречались в диапазонах MxDMn 251-350мс, у средневики 251-350мс, 351-450мс и 451-550мс, а у стайеров 251-350мс и 351-450мс (табл.19). У спринтеров с преобладанием L-волн в покое вариационный размах кардиоинтервалов чаще встречался в диапазонах 151-250мс и 251-350мс, у средневики - 251-350мс, 351-450мс и 451-550мс, а у стайеров - 351-450мс (табл. 20).

В табл. 19 и 20 указано, что при изменении диапазона MxDMn в покое от <150мс до >651мс, не зависимо от спецификации бега, происходит увеличение показателей спектральной мощности (HF, LF, VLF, ULF) и снижение SI.

Полученные результаты еще раз указывают о недопустимости усреднения показателей ВСР у спортсменов с разным состоянием кардиорегуляции, это приведет к ложной интерпретации механизмов управления регуляцией сердца [22,25].

При проведении у бегунов ортостатического тестирования наряду с оптимальными выявились неблагоприятные реакции на ортостаз.

Таблица 19

**Показатели ВСР у легкоатлетов с разной специфической направленностью беговых нагрузок при разных диапазонах вариационного размаха кардиограмм MxDMn и преобладанием HF-волн**

| Диапазон значения MxDMn мс |    | Спринтеры  |      |          |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      | Кол-во исследований |
|----------------------------|----|------------|------|----------|------|-------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|---------------------|
|                            |    | 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 |                     |
| <150                       | M  | 74         | 95   | 132      | 115  | 378         | 687  | 617     | 705  | 224     | 169  | 169     | 296  | 86       | 133  | 138      | 107  | 6                   |
|                            | +m | 5          | 10   | 11       | 24   | 94          | 259  | 188     | 631  | 87      | 362  | 50      | 183  | 39       | 99   | 78       | 81   |                     |
| 151-250                    | M  | 68         | 90   | 206      | 145  | 142         | 453  | 1585    | 926  | 676     | 128  | 388     | 420  | 168      | 181  | 353      | 197  | 48                  |
|                            | +m | 7          | 11   | 28       | 33   | 51          | 267  | 556     | 726  | 348     | 359  | 176     | 245  | 93       | 156  | 337      | 179  |                     |
| 251-350                    | M  | 62         | 83   | 305      | 209  | 56          | 222  | 3407    | 1685 | 1439    | 247  | 790     | 828  | 355      | 339  | 823      | 271  | 77                  |
|                            | +m | 7          | 10   | 28       | 55   | 15          | 170  | 916     | 869  | 674     | 231  | 351     | 490  | 183      | 229  | 817      | 219  |                     |
| 351-450                    | M  | 58         | 81   | 395      | 263  | 31          | 139  | 5170    | 2563 | 2332    | 485  | 1287    | 1177 | 620      | 517  | 931      | 384  | 44                  |
|                            | +m | 5          | 10   | 30       | 70   | 6           | 108  | 1195    | 1281 | 826     | 550  | 535     | 615  | 246      | 332  | 713      | 242  |                     |
| 451-550                    | M  | 57         | 76   | 493      | 292  | 21          | 102  | 7310    | 3101 | 2572    | 659  | 1321    | 1556 | 846      | 466  | 2571     | 420  | 15                  |
|                            | +m | 7          | 8    | 30       | 84   | 6           | 83   | 1932    | 1269 | 969     | 604  | 434     | 707  | 324      | 367  | 2024     | 323  |                     |
| 551-650                    | M  | 49         | 76   | 585      | 291  | 11          | 103  | 10653   | 3387 | 1003    | 259  | 935     | 1947 | 1118     | 894  | 7597     | 287  | 1                   |
|                            | +m | -          | -    | -        | -    | -           | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -        | -    | -        | -    |                     |
| >650                       | M  | -          | -    | -        | -    | -           | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -        | -    | -        | -    | -                   |
|                            | +m | -          | -    | -        | -    | -           | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -        | -    | -        | -    |                     |
| Диапазон значения MxDMn мс |    | Средневики |      |          |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      | Кол-во исследований |
|                            |    | 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 |                     |
| <150                       | M  | 77         | 117  | 89       | 60   | 809         | 3274 | 310     | 126  | 125     | 14   | 110     | 55   | 32       | 33   | 43       | 25   | 2                   |
|                            | +m | 4          | 16   | 2        | 27   | 5           | 2429 | 51      | 85   | 14      | 12   | 0       | 37   | 3        | 20   | 34       | 16   |                     |
| 151-250                    | M  | 65         | 92   | 217      | 153  | 123         | 431  | 1859    | 966  | 849     | 156  | 445     | 440  | 226      | 182  | 339      | 188  | 24                  |
|                            | +m | 8          | 10   | 24       | 35   | 45          | 282  | 678     | 651  | 492     | 365  | 183     | 284  | 110      | 103  | 233      | 159  |                     |
| 251-350                    | M  | 57         | 85   | 306      | 207  | 54          | 234  | 3486    | 1660 | 1489    | 210  | 840     | 737  | 409      | 345  | 748      | 369  | 134                 |
|                            | +m | 7          | 12   | 30       | 53   | 16          | 175  | 1082    | 918  | 588     | 354  | 339     | 519  | 216      | 214  | 642      | 329  |                     |
| 351-450                    | M  | 56         | 84   | 397      | 227  | 33          | 219  | 5559    | 2043 | 2554    | 256  | 1292    | 945  | 655      | 489  | 1058     | 353  | 139                 |
|                            | +m | 6          | 14   | 28       | 71   | 9           | 220  | 1605    | 1347 | 1332    | 311  | 493     | 704  | 409      | 395  | 906      | 265  |                     |
| 451-550                    | M  | 52         | 83   | 502      | 226  | 19          | 195  | 9047    | 2055 | 3925    | 236  | 2150    | 955  | 1075     | 470  | 1897     | 393  | 118                 |
|                            | +m | 5          | 11   | 30       | 67   | 5           | 136  | 2518    | 1352 | 1858    | 339  | 911     | 725  | 678      | 365  | 1355     | 364  |                     |
| 551-650                    | M  | 52         | 82   | 594      | 236  | 13          | 170  | 13434   | 2227 | 5826    | 246  | 2853    | 969  | 1399     | 559  | 3356     | 452  | 60                  |
|                            | +m | 5          | 9    | 28       | 61   | 4           | 127  | 3798    | 1324 | 2898    | 228  | 1256    | 719  | 856      | 425  | 2369     | 418  |                     |
| >650                       | M  | 52         | 83   | 717      | 240  | 12          | 221  | 18483   | 2491 | 8487    | 456  | 3925    | 1158 | 1460     | 515  | 4610     | 361  | 29                  |
|                            | +m | 5          | 11   | 61       | 98   | 6           | 214  | 6483    | 2121 | 7173    | 519  | 1538    | 1043 | 743      | 511  | 3618     | 363  |                     |
| Диапазон значения MxDMn мс |    | Стайеры    |      |          |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      | Кол-во исследований |
|                            |    | 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 |                     |
| <150                       | M  | 74         | 103  | 120      | 94   | 455         | 1481 | 626     | 352  | 430     | 35   | 85      | 175  | 48       | 89   | 63       | 54   | 9                   |
|                            | +m | 3          | 10   | 25       | 31   | 252         | 1065 | 290     | 239  | 262     | 21   | 44      | 128  | 17       | 83   | 41       | 32   |                     |
| 151-250                    | M  | 65         | 92   | 197      | 143  | 132         | 530  | 1874    | 1062 | 1286    | 139  | 277     | 582  | 160      | 186  | 151      | 155  | 47                  |
|                            | +m | 7          | 12   | 22       | 58   | 36          | 356  | 1294    | 1907 | 672     | 290  | 349     | 1183 | 243      | 303  | 180      | 188  |                     |
| 251-350                    | M  | 58         | 83   | 302      | 206  | 53          | 217  | 4030    | 1650 | 2263    | 326  | 857     | 796  | 404      | 264  | 506      | 264  | 68                  |
|                            | +m | 7          | 12   | 29       | 49   | 15          | 133  | 1615    | 1071 | 1082    | 728  | 500     | 604  | 354      | 167  | 412      | 223  |                     |
| 351-450                    | M  | 55         | 78   | 396      | 246  | 29          | 155  | 6274    | 2237 | 3384    | 349  | 1408    | 1189 | 555      | 338  | 928      | 361  | 74                  |
|                            | +m | 6          | 11   | 28       | 65   | 7           | 107  | 1842    | 1250 | 1357    | 295  | 814     | 958  | 297      | 243  | 634      | 295  |                     |
| 451-550                    | M  | 52         | 81   | 488      | 269  | 18          | 171  | 9530    | 2978 | 4362    | 419  | 2335    | 1704 | 846      | 442  | 1987     | 413  | 33                  |
|                            | +m | 6          | 13   | 34       | 98   | 5           | 188  | 3760    | 2192 | 2271    | 383  | 1609    | 1434 | 565      | 326  | 1694     | 392  |                     |
| 551-650                    | M  | 48         | 82   | 588      | 290  | 13          | 157  | 12000   | 3907 | 4933    | 526  | 2819    | 1912 | 1424     | 821  | 2823     | 647  | 16                  |
|                            | +m | 5          | 15   | 29       | 110  | 5           | 155  | 4409    | 2243 | 1846    | 412  | 1349    | 1302 | 1169     | 740  | 2874     | 405  |                     |
| >650                       | M  | 52         | 80   | 796      | 250  | 12          | 236  | 13860   | 3827 | 6044    | 549  | 2714    | 2123 | 2317     | 692  | 2785     | 464  | 21                  |
|                            | +m | 7          | 7    | 90       | 136  | 5           | 195  | 7538    | 4652 | 2863    | 658  | 2011    | 2783 | 1692     | 997  | 2630     | 478  |                     |

Таблица 20

**Показатели ВСР у легкоатлетов с разной специфической направленностью беговых нагрузок при разных диапазонах вариационного размаха кардиограмм MxDMn и преобладанием LF-волн**

| Диапазон значения MxDMn мс |    | Спринтеры  |      |          |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      | Кол-во исследований |
|----------------------------|----|------------|------|----------|------|-------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|---------------------|
|                            |    | 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 |                     |
| <150                       | M  | 83         | 102  | 125      | 100  | 470         | 1036 | 769     | 379  | 135     | 22   | 267     | 225  | 176      | 75   | 192      | 57   | 17                  |
|                            | +m | 9          | 10   | 13       | 16   | 156         | 450  | 872     | 150  | 112     | 13   | 345     | 130  | 296      | 31   | 163      | 24   |                     |
| 151-250                    | M  | 75         | 95   | 208      | 143  | 165         | 475  | 1489    | 785  | 328     | 60   | 561     | 433  | 239      | 146  | 361      | 146  | 51                  |
|                            | +m | 8          | 10   | 28       | 29   | 69          | 219  | 516     | 322  | 169     | 46   | 233     | 215  | 150      | 84   | 267      | 120  |                     |
| 251-350                    | M  | 70         | 91   | 296      | 181  | 70          | 340  | 3107    | 1425 | 670     | 105  | 1226    | 803  | 472      | 279  | 739      | 238  | 85                  |
|                            | +m | 9          | 10   | 27       | 54   | 20          | 255  | 1026    | 1005 | 362     | 98   | 605     | 664  | 248      | 217  | 701      | 199  |                     |
| 351-450                    | M  | 63         | 86   | 391      | 234  | 37          | 207  | 5350    | 1972 | 1180    | 162  | 2064    | 1064 | 846      | 375  | 1260     | 370  | 32                  |
|                            | +m | 6          | 11   | 28       | 68   | 10          | 158  | 1422    | 1072 | 462     | 162  | 918     | 723  | 486      | 236  | 916      | 235  |                     |
| 451-550                    | M  | 59         | 80   | 488      | 345  | 25          | 91   | 8234    | 4963 | 1419    | 493  | 2779    | 2344 | 1954     | 1176 | 2082     | 950  | 6                   |
|                            | +m | 5          | 9    | 29       | 104  | 5           | 79   | 2268    | 2666 | 521     | 383  | 1597    | 844  | 746      | 990  | 1249     | 1303 |                     |
| 551-650                    | M  | 62         | 81   | 639      | 243  | 19          | 120  | 17756   | 2436 | 2474    | 206  | 7840    | 1526 | 3051     | 414  | 4392     | 291  | 2                   |
|                            | +m | 10         | 5    | 0        | 40   | 5           | 32   | 8032    | 1343 | 1258    | 226  | 2836    | 1193 | 426      | 65   | 4364     | 141  |                     |
| >650                       | M  | 54         | 74   | 919      | 341  | 10          | 128  | 31844   | 5727 | 5015    | 614  | 12550   | 2233 | 7056     | 1190 | 7224     | 1690 | 12                  |
|                            | +m | 9          | 7    | 246      | 237  | 4           | 102  | 17406   | 8338 | 4896    | 1307 | 7130    | 3227 | 5501     | 1940 | 7433     | 4191 |                     |
| Диапазон значения MxDMn мс |    | Средневики |      |          |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      | Кол-во исследований |
|                            |    | 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 |                     |
| <150                       | M  | 81         | 113  | 128      | 89   | 467         | 1845 | 457     | 342  | 131     | 28   | 187     | 192  | 80       | 66   | 58       | 57   | 5                   |
|                            | +m | 4          | 5    | 18       | 22   | 167         | 1546 | 127     | 174  | 23      | 20   | 47      | 112  | 29       | 39   | 75       | 42   |                     |
| 151-250                    | M  | 61         | 90   | 219      | 161  | 120         | 360  | 2101    | 1071 | 506     | 83   | 860     | 587  | 296      | 206  | 440      | 196  | 46                  |
|                            | +m | 9          | 12   | 22       | 36   | 36          | 201  | 1503    | 535  | 321     | 82   | 595     | 406  | 336      | 138  | 402      | 123  |                     |
| 251-350                    | M  | 57         | 88   | 307      | 191  | 58          | 333  | 3946    | 1574 | 1021    | 103  | 1585    | 830  | 569      | 337  | 771      | 303  | 56                  |
|                            | +m | 11         | 15   | 28       | 61   | 20          | 337  | 1440    | 1109 | 456     | 106  | 727     | 733  | 341      | 301  | 661      | 286  |                     |
| 351-450                    | M  | 56         | 84   | 394      | 235  | 33          | 200  | 6191    | 2221 | 1551    | 233  | 2600    | 1162 | 772      | 436  | 1268     | 389  | 76                  |
|                            | +m | 8          | 14   | 25       | 75   | 8           | 151  | 1896    | 1317 | 637     | 319  | 1376    | 789  | 505      | 313  | 1232     | 316  |                     |
| 451-550                    | M  | 54         | 81   | 495      | 244  | 22          | 158  | 8991    | 2241 | 2256    | 144  | 3287    | 1226 | 1229     | 476  | 2219     | 395  | 51                  |
|                            | +m | 8          | 10   | 30       | 68   | 6           | 95   | 3141    | 1264 | 1252    | 236  | 1444    | 891  | 637      | 336  | 1654     | 268  |                     |
| 551-650                    | M  | 51         | 82   | 602      | 239  | 13          | 160  | 13474   | 2717 | 3014    | 437  | 4598    | 1279 | 2165     | 521  | 3697     | 479  | 36                  |
|                            | +m | 6          | 9    | 27       | 67   | 4           | 111  | 3998    | 2703 | 1253    | 1788 | 2473    | 1165 | 1313     | 327  | 2434     | 302  |                     |
| >650                       | M  | 49         | 79   | 691      | 266  | 11          | 123  | 20150   | 2555 | 3344    | 140  | 6999    | 1367 | 2701     | 558  | 7106     | 491  | 15                  |
|                            | +m | 6          | 9    | 41       | 67   | 3           | 69   | 8164    | 1601 | 2667    | 147  | 6519    | 1264 | 1001     | 289  | 6233     | 273  |                     |
| Диапазон значения MxDMn мс |    | Стайеры    |      |          |      |             |      |         |      |         |      |         |      |          |      |          |      | Кол-во исследований |
|                            |    | 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 |                     |
| <150                       | M  | -          | -    | -        | -    | -           | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -        | -    | -        | -    | -                   |
|                            | +m | -          | -    | -        | -    | -           | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -        | -    | -        | -    |                     |
| 151-250                    | M  | 81         | 123  | 160      | 135  | 315         | 887  | 896     | 308  | 262     | 11   | 350     | 89   | 188      | 29   | 97       | 178  | 1                   |
|                            | +m | -          | -    | -        | -    | -           | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -        | -    | -        | -    |                     |
| 251-350                    | M  | 61         | 88   | 320      | 175  | 52          | 325  | 3354    | 1098 | 868     | 164  | 1219    | 575  | 466      | 176  | 800      | 183  | 10                  |
|                            | +m | 4          | 9    | 16       | 45   | 6           | 240  | 266     | 401  | 199     | 69   | 396     | 295  | 177      | 101  | 554      | 120  |                     |
| 351-450                    | M  | 59         | 88   | 393      | 237  | 31          | 217  | 6076    | 2133 | 1578    | 279  | 2650    | 1128 | 544      | 330  | 1303     | 397  | 25                  |
|                            | +m | 5          | 8    | 29       | 65   | 6           | 220  | 1137    | 1202 | 602     | 164  | 1126    | 762  | 252      | 252  | 991      | 293  |                     |
| 451-550                    | M  | 56         | 83   | 486      | 250  | 19          | 166  | 8479    | 2712 | 2596    | 378  | 3900    | 1508 | 657      | 459  | 1325     | 367  | 11                  |
|                            | +m | 4          | 9    | 30       | 70   | 5           | 133  | 2293    | 1444 | 1238    | 501  | 1256    | 976  | 464      | 291  | 614      | 146  |                     |
| 551-650                    | M  | 51         | 82   | 581      | 250  | 12          | 138  | 13461   | 2762 | 4177    | 231  | 5469    | 1592 | 1115     | 522  | 2700     | 418  | 2                   |
|                            | +m | 1          | 2    | 22       | 68   | 2           | 63   | 2868    | 1655 | 2084    | 283  | 2822    | 1365 | 259      | 353  | 1779     | 346  |                     |
| >650                       | M  | 46         | 78   | 668      | 347  | 11          | 73   | 16158   | 5865 | 4112    | 677  | 4958    | 3089 | 2317     | 991  | 4771     | 1108 | 3                   |
|                            | +m | 8          | 3    | 8        | 96   | 1           | 48   | 3438    | 3691 | 2362    | 564  | 1937    | 2062 | 1616     | 404  | 7273     | 914  |                     |

Появление парадоксальных реакций на ортостаз при разных диапазонах значения MxDMn свидетельствует о нарушении вегетативной реактивности и снижении адаптационно-резервных возможностей организма.

Нами установлено, что для каждого преобладающего типа вегетативной регуляции имеются определённые границы диапазонов MxDMn. Так, для выраженного преобладания центрального контура регуляции у легкоатлетов,

независимо от специфической направленности бега, характерны значения  $MxDMn < 150$ мс (табл. 19 и 20). При этом диапазоне значения  $MxDMn$  отмечаются самые высокие показатели  $SI$  и очень низкие значения волновой структуры спектра HF, LF и особенно VLF и ULF-волн. Важно отметить, что при этом диапазоне мощность VLF-волн всегда ниже 240мс.

В табл. 21 отражены результаты показателей ВСР и состояние кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у бегунов разной специфической направленности при вариационном размахе кардиоинтервалов ( $MxDMn < 150$ мс).

Таблица 21

**Результаты анализа ВСР у легкоатлетов-бегунов при вариационном размахе кардиоинтервалов  $MxDMn < 150$ мс**

| Специфика-ция | 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 |
| Спринтер      | 101        | 113  | 135        | 138  | 388            | 662  | 872     | 979  | 91      | 161  | 301     | 645  | 189      | 95   | 291      | 79   |
| Средне-вик    | 47         | 75   | 129        | 260  | 231            | 101  | 354     | 2027 | 149     | 250  | 88      | 899  | 47       | 607  | 69       | 271  |
| Стайер        | 66         | 79   | 144        | 179  | 235            | 277  | 1099    | 1236 | 867     | 141  | 126     | 673  | 79       | 242  | 21       | 181  |

100 - выделенные показатели указывают на отклонение от нормы

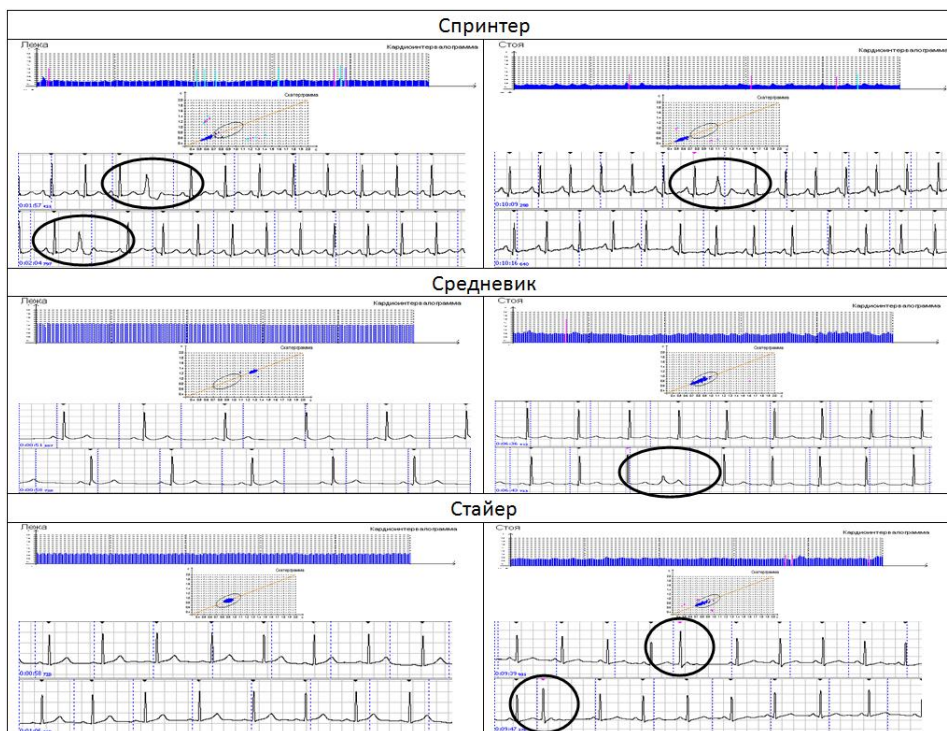


Рис. 21. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у бегунов разной специфической направленности при вариационном размахе кардиоинтервалов ( $MxDMn < 150$ мс)

Указанные три спортсмена при диапазоне  $MxDMn < 150$ мс, независимо от спецификации бега, имеют выраженное напряжение кардиорегуляторных систем, что подтверждается низкими значениями всех показателей ВСП, кроме SI, и парадоксальными реакциями на ортостаз со стороны показателей ВСП  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF. При этом на рис. 21 отсутствует вариабельность на кардиоинтервалограммах, выраженное локальное скопление точек на скатерграммах ВСП и нарушение сердечного ритма (экстрасистолы) на ЭКГ. Все три спортсмена с этим диапазоном вариационного размаха кардиоинтервалов требуют восстановительного лечения.

Для умеренного преобладания центральных влияний на ритм сердца соответствуют диапазоны вариационного размаха кардиоинтервалов в пределах 151-250мс, когда по сравнению с предыдущим диапазоном  $MxDMn$  ВСП умеренно снижено значение SI и увеличены все показатели волновой структуры спектра ВСП.

Диапазоны значения  $MxDMn$  ВСП в пределах 251-350мс и при этом умеренные показатели HF, LF, VLF, ULF отражают нижнюю границу, диапазон значения  $MxDMn$  351-450мс - среднюю, а 451-550мс - верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз во всех случаях исследований. Для выраженного преобладания автономного контура регуляции характерны диапазоны значений  $MxDMn$  ВСП в пределах 551-650мс с более выраженным увеличением показателей TP, HF, LF, VLF, ULF (IV тип) по сравнению с вышеуказанными диапазонами. Значительный рост диапазона значений  $MxDMn > 650$  и показателей TP, HF, LF, VLF, ULF, а также резкое уменьшение SI особенно у бегунов-спринтеров требуют серьезного анализа сердечного ритма. Увеличение значения  $MxDMn > 650$  может указывать как на различные нарушения сердечного ритма, так и их отсутствие. В данном случае обязательно необходим визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСП и ЭКГ в покое и ортостазе.

Теперь рассмотрим устойчивость кардиорегуляции у легкоатлетов-бегунов на примерах средневикулов и стайеров при восстановлении утром после предыдущего тренировочного дня в течение нескольких подготовительных периодов.

В табл. 22 показано, что из пяти легкоатлетов-стайеров, выполняющих одинаковые нагрузки, наиболее устойчивая кардиорегуляция отмечена у спортсмена Т.К. Во все годы исследований ВСП в подготовительных периодах вариационный размах кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) сохранялся в

диапазонах 351-450мс. При этом у него отсутствовали парадоксальные реакции на ортостаз. Этот спортсмен имел высокие спортивные результаты и входил в сборную страны.

Таблица 22

**Оптимальные и неблагоприятные реакции на ортостаз при разных диапазонах MxDMn у легкоатлетов-стайеров в течение нескольких подготовительных периодов**

| Ф.И. | период     | <150 | 151-250 | 251-350 | 351-450 | 451-550 | 551-650 | >650 |
|------|------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| Б.А. | Весна 2016 | ▲    | ▲       |         | △△△     | △△      | △△      | ▲▲▲  |
|      | Осень 2017 |      |         | ▲       |         | △       | ▲▲▲     | △△△  |
| В.К. | Весна 2018 |      |         | ▲▲▲     | △△△     | △△      |         |      |
| П.А. | Весна 2016 |      |         | ▲▲▲     | △△△     | △△      |         |      |
|      | Осень 2017 |      | ▲▲      | △       | △       |         |         |      |
| Т.К. | Осень 2014 |      |         |         | △△△     | △△△     | ▲▲▲     |      |
|      | Весна 2016 |      |         |         | △△△     | △△△     | ▲▲      |      |
|      | Весна 2017 |      |         | △△△     | △△△     |         |         |      |
|      | Лето 2017  |      |         |         | △△△     | △△      |         |      |
|      | Осень 2017 |      |         | △△△     | △△△     |         |         |      |
| Ш.А. | Весна 2016 |      |         |         | △△      | △△      | ▲▲▲     | ▲    |

- △ -Оптимальная реакция на ортостаз
- ▲ - Парадоксальная реакция на ортостаз
- △ - Гиперреакция на ортостаз

А вот бегун Б.А требует пристального внимания. У него отмечается резкий переход показателя MxDMn в покое от диапазона <150мс к диапазону >651мс, что говорит о нарушении работы синусового узла и вегетативной реактивности согласно выраженным неблагоприятным реакциям на ортостаз. А также на кардиоинтервалограммах, скатерграммах ВСП и ЭКГ имеется выраженное нарушение сердечного ритма (рис. 22). Спортсмену требуется лечение у кардиолога.

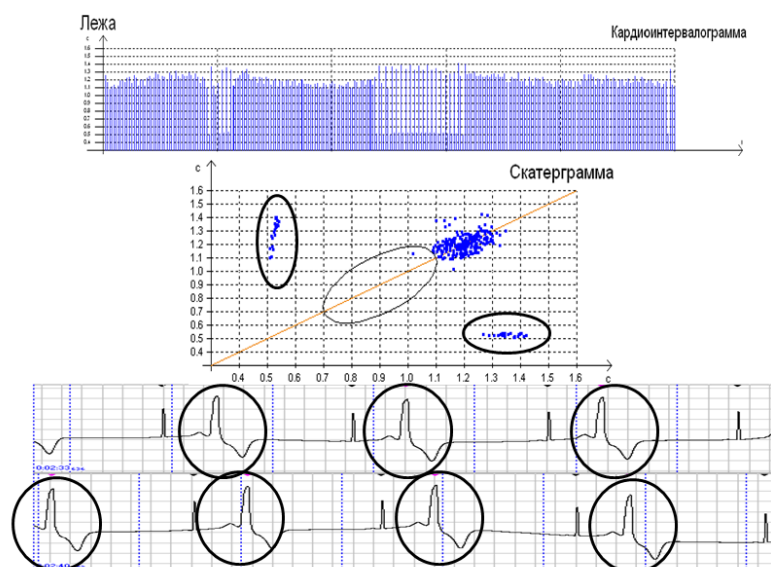


Рис. 22. Кардиоритмограмма, скатерграмма и ЭКГ у легкоатлета-марафонца Б.А. (1разряд) утром перед тренировкой в условиях среднегорья

В табл. 23 показаны динамические исследования ВСР у легкоатлетов-средневикиков в разных подготовительных периодах (весна, осень) в течение нескольких лет.

Согласно данным табл. 22 и 23 у всех спортсменов, независимо от сезона проведения подготовительного периода и года, отмечается переход с одного диапазона значений  $MxDMn$  на другой, что говорит о неустойчивости процессов восстановления. Наиболее устойчивая кардиорегуляция просматривается у бегуна П.Г. (КМС) и чаще встречалась в двух диапазонах значений  $MxDMn$  ВСР 251-350мс, 351-450мс и реже в остальных. При этом у него отсутствовали парадоксальные реакции на ортостаз. Данный спортсмен показывал лучшие результаты на соревнованиях по сравнению с другими средневикиками, указанными в таблице. У них чаще встречались неблагоприятные диапазоны  $MxDMn$  <150мс, 151-250мс и 551-650мс, >651мс в покое и парадоксальные реакции на ортостаз. Это говорит о постоянной перестройке регуляции и нарушениях процессов восстановления организма в результате избыточных нагрузок в предыдущие тренировочные дни. Эти бегуны часто предъявляли жалобы на плохой сон, боли в мышцах, плохое самочувствие, боли в горле и насморк.



**Оптимальные и неблагоприятные реакции на ортостаз при разных значениях MxDMn у легкоатлетов-средневикув в течение нескольких подготовительных периодов**

| Ф.И. | период        | <150 | 151-250 | 251-350 | 351-450 | 451-550 | 551-650 | >650 |
|------|---------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| А.С. | 2014<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2017<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>весна |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
| М.П. | 2014<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2015<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2016<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
| М.С. | 2014<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2016<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2017<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>весна |      |         |         |         |         |         |      |
| А.И. | 2016<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>весна |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
| Ч.Б. | 2014<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2016<br>весна |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2016<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2017<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>весна |      |         |         |         |         |         |      |
| П.Г. | 2016<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2017<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>весна |      |         |         |         |         |         |      |
|      | 2018<br>осень |      |         |         |         |         |         |      |

- оптимальная реакция на ортостаз

- парадоксальная реакция на ортостаз

- гиперреакция на ортостаз

При двух тренировках в день тренеры, как правило, не определяют готовность организма бегуна к ежедневным тренировочным нагрузкам и зачастую тренируют уже перетренированных спортсменов. В табл. 24 и рис. 23 приводятся примеры динамических исследований ВСР перетренированного спринтера. При всех исследованиях ВСР у бегуна имеется малая вариабельность сердечного ритма ( $MxDMn < 150$ мс), низкие значения показателей спектра (HF, LF, VLF, ULF) и парадоксальные реакции на ортостаз, когда вместо уменьшения показатели  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF увеличиваются, а SI вместо увеличения снижается. Визуально на кардиоинтервалограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ в течение трех лет у него прослеживается отрицательная картина (рис. 23).

Таблица 24

**Показатели ВСР с учетом низких значений  $MxDMn$  в покое и ортостазе у перетренированного легкоатлета-спринтера в тренировочном процессе**

| 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 |
| 17.10.17 | 71         | 91   | 93         | 133  | 692         | 464  | 400     | 588  | 11<br>7 | 11   | 160     | 242  | 90       | 197  | 33       | 137  |
| 25.10.17 | 82         | 95   | 89         | 98   | 898         | 893  | 239     | 369  | 37      | 14   | 116     | 173  | 19       | 62   | 66       | 120  |
| 21.12.17 | 67         | 86   | 99         | 100  | 526         | 823  | 471     | 454  | 13<br>4 | 13   | 182     | 207  | 53       | 108  | 102      | 125  |
| 13.11.18 | 79         | 93   | 102        | 124  | 748         | 697  | 301     | 470  | 39      | 20   | 125     | 341  | 49       | 64   | 89       | 44   |
| 04.12.18 | 80         | 101  | 81         | 112  | 969         | 513  | 261     | 444  | 54      | 14   | 113     | 168  | 36       | 36   | 58       | 226  |
| 12.04.19 | 75         | 95   | 147        | 149  | 232         | 417  | 988     | 2112 | 12<br>9 | 126  | 251     | 1181 | 10<br>9  | 495  | 499      | 311  |
| 30.10.19 | 70         | 90   | 117        | 126  | 438         | 575  | 554     | 721  | 21<br>8 | 27   | 180     | 424  | 10<br>7  | 210  | 49       | 60   |
| 12.11.19 | 67         | 90   | 119        | 154  | 400         | 393  | 571     | 888  | 29<br>0 | 49   | 152     | 604  | 88       | 137  | 41       | 99   |

100

- выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают отклонение от нормы

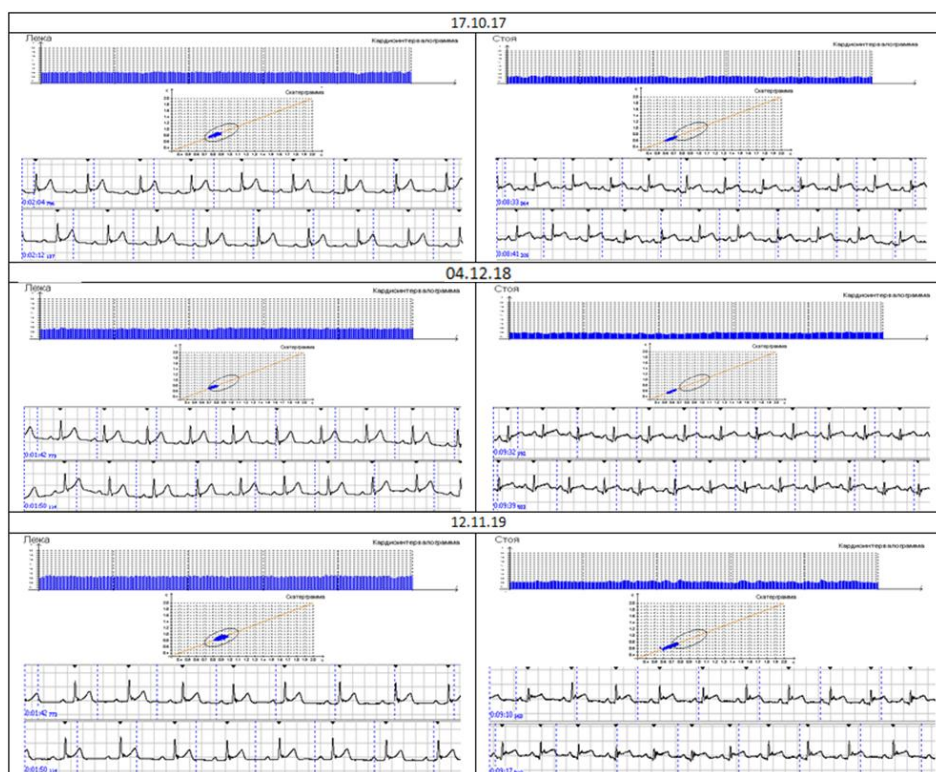


Рис. 23. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного легкоатлета-спринтера в тренировочном процессе в течение 3 лет

Можно привести результаты анализа ВСР у бегуна-средневика, у которого в течение длительного периода на фоне выраженной брадикардии устойчиво держится постоянно низкий диапазон  $MxDMn < 150ms$  и очень малые значения показателей HF, LF, VLF, ULF (табл. 25). При этом во всех случаях имеются отрицательные реакции на ортостаз, когда вместо снижения показателей ВСР  $MxDMn$ , TP, HF, LF, VLF, ULF увеличиваются, а SI вместо увеличения снижается. Визуально на кардиоинтервалограммах в покое отсутствует вариабельность, на скатерграммах имеется выраженное локальное скопление точек (рис. 23). В ортостазе во всех исследованиях на ЭКГ появляются экстрасистолы и сглаженный зубец T. Здесь речь идет о постоянно выраженном напряжении центрального контура регуляции на фоне выраженной брадикардии в покое. Это тот пример, когда выраженную брадикардию тренеры воспринимают за высокую тренированность. Это еще раз подчеркивает важность использования ВСР в тренировочном процессе.

Также в тренировочном процессе можно с помощью анализа ВСР выявить легкоатлетов с серьезными нарушениями сердечного ритма. Это связано прежде всего с тем, что спортивные врачи при прохождении спортсменами УМО 2 раза в год не используют метод анализа ВСР, а оценивают лишь короткие записи ЭКГ (10-12 сек), поэтому не видят истинной картины состояния работы синусового узла (рис. 24).

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированной легкоатлетки-спринтера в тренировочном процессе**

| 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 |
| 09.11.18 | 66         | 86   | 254      | 276  | 74          | 98   | 3195    | 3350 | 1072    | 143  | 659     | 1678 | 468      | 1109 | 996      | 421  |
| 17.01.19 | 104        | 111  | 102      | 171  | 698         | 442  | 606     | 902  | 32      | 93   | 263     | 537  | 204      | 189  | 107      | 83   |

100

- выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают отклонение от нормы

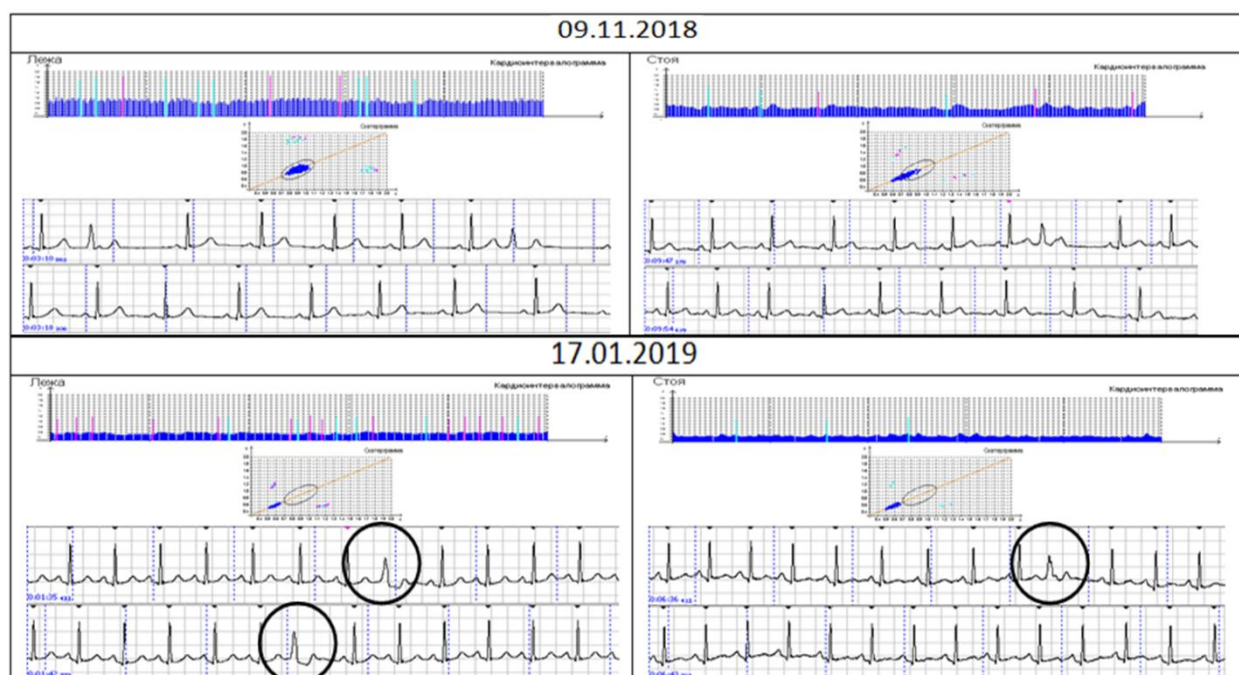


Рис. 24. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированной легкоатлетки-спринтера в тренировочном процессе в течение двух лет

Часто на сборы спортсмены приезжают без предварительного осмотра у врача, ответственного за данный вид спорта. При записи и анализе ВСР в течение трех дней у спортсменки зафиксирован переход регуляции с одного диапазона значения MxDMn на другой (табл. 26). При этом ежедневно изменялись в сторону снижения или увеличения и другие показатели ВСР SI, TP, HF, LF, VLF, ULF. Кроме того, визуально на кардиограммах отсутствует вариабельность, на скатерграммах выраженный локальный разброс точек за пределами эллипса в покое, на ЭКГ множественные экстрасистолы (рис. 25).

Самое опасное, что спортсменка не ощущала проявление экстрасистолии. Она была отстранена от тренировочного процесса и направлена к кардиологу на восстановительное лечение.

**Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированной легкоатлетки-средневики в среднегорье**

| 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 |
| 01.11 | 87         | 118  | 147      | 52   | 302         | 4562 | 373     | 86   | 116     | 18   | 188     | 20   | 38       | 30   | 30       | 18   |
| 02.11 | 57         | 95   | 516      | 215  | 21          | 217  | 12922   | 1482 | 4006    | 93   | 5278    | 791  | 2438     | 340  | 1200     | 257  |
| 03.11 | 69         | 112  | 202      | 85   | 152         | 1507 | 1764    | 384  | 882     | 35   | 663     | 277  | 163      | 32   | 55       | 40   |

100

- выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают отклонение от нормы

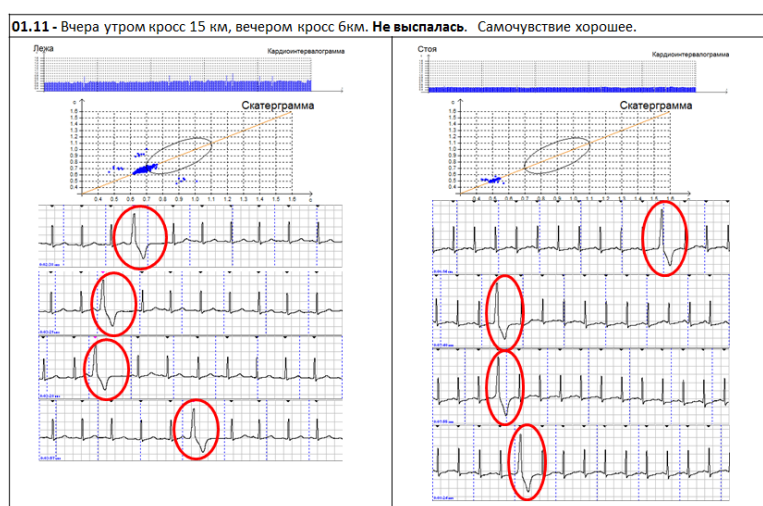


Рис. 25. Состояние регуляторных систем и ЭКГ у легкоатлетки-средневики на сборах в г.Кисловодск

При динамических исследованиях ВСР по изменению диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов можно судить не только о процессах восстановления и переносимости тренировочных нагрузок, но и их планировании. На рис. 26 представлены результаты анализа ВСР в покое в течение трех подготовительных периодов на сборах в среднегорье. По показателям MxDMn, HF, LF, полученных в покое утром, можно проследить на протяжении всех сборов одинаковую картину неустойчивости регуляции в восстановительных процессах, а также нарастание выраженного утомления к концу сборов, которое проявляется увеличением SI, увеличением вазомоторных волн (LF) и снижением дыхательных волн (HF). Причем картина этих изменений ВСР в течение трех лет была схожей. Поэтому можно предположить, что план тренировок в течение 3 лет не менялся. При

сравнении показателей ВСР видно, что спортсмен лучше переносил нагрузки в 2014 году, чем в два последующих года. В этот год он имел лучшие спортивные результаты.

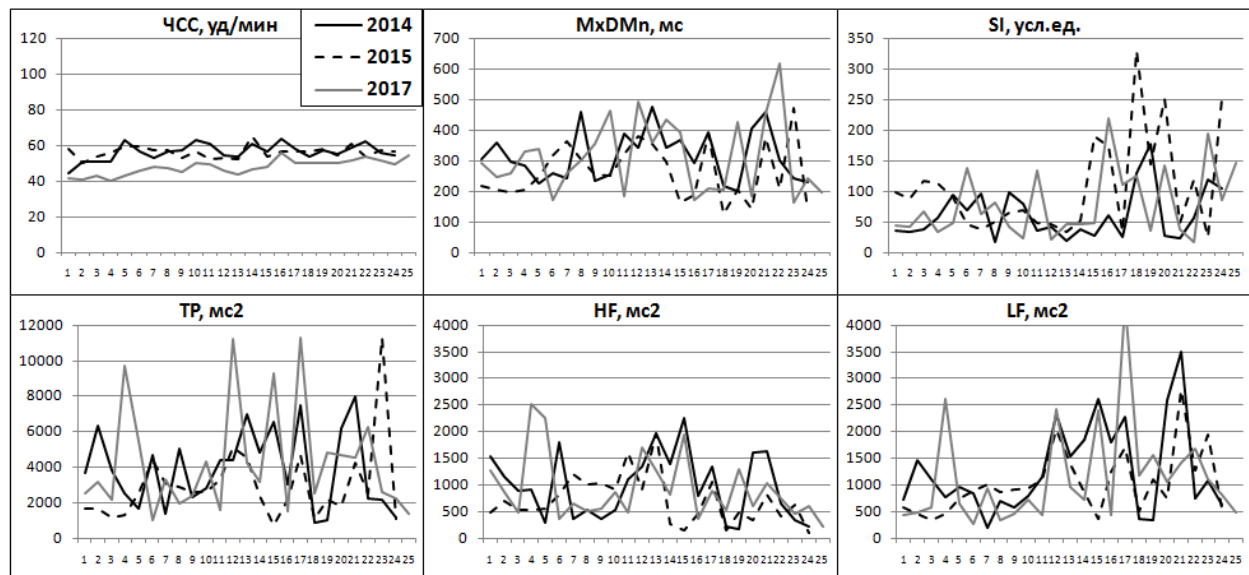


Рис. 26. Динамические исследования показателей ВСР у легкоатлета-средневики (МС) в среднегорье 2014, 2015, 2017

На рис. 27 приведены индивидуальные портреты восстановительных процессов по показателям ВСР MxDMn, HF и LF у двух стайеров в трех микроциклах на тренировочных сборах. Для первого стайера Т.К. на протяжении сборов характерно оптимальное преобладание автономного контура регуляции, которое сохраняется в покое, и нормальные реакции на ортостаз, что указывает на хорошую тренированность спортсмена. В то время как у другого стайера при анализе ВСР отмечается переход регуляции с выраженного преобладания автономного контура регуляции на выраженное преобладание центрального контура регуляции. При этом присутствуют парадоксальные реакции на ортостаз со стороны показателей MxDMn и LF, когда вместо снижения идет их увеличение. А также имеется выраженная гиперреакция со стороны HF-волн. Этот спортсмен давно перетренирован.



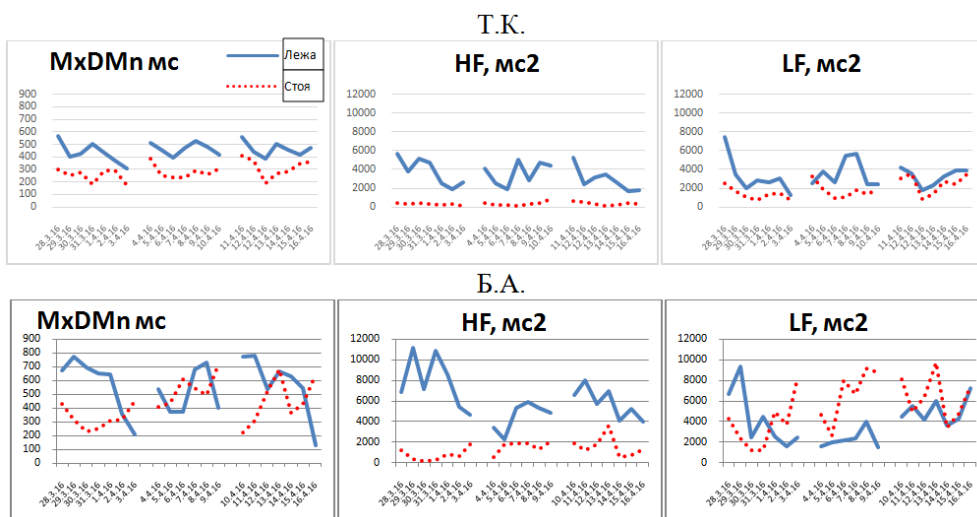


Рис. 27. Индивидуальные портреты показателей ВСР при разных диапазонах значения MxDMn в микроциклах на тренировочных сборах у легкоатлетов – стайеров

Устойчивые низкие значения диапазона MxDMn могут встречаться не только при перетренированности, но и при разных недомоганиях легкоатлетов, продолжающих тренировочный процесс. Это можно проследить в табл. 27, где указано, что в течение двух месяцев у спортсмена болит горло. При этом сохраняются низкие показатели MxDMn, свидетельствующие о напряженной работе синусового узла в результате тонзиллокардиального синдрома, когда с больного горла идет патологическая реакция на сердце, что вызывает напряженную работу кардиорегуляторных систем. Поэтому после каждого тренировочного дня спортсмен не восстанавливается. Ему требуется восстановительное лечение у ЛОР-врача и прекращение тренировок.

Таблица 27

### Состояние регуляторных систем у легкоатлета-стайера (МС) при недомоганиях

| Дата     | Комментарий   | 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 |
| 25.10.17 | Вчера отдых, выспался, не голодный, <b>горло болит</b>  | 63          | 79   | 231       | 211  | 96          | 153  | 2155    | 1544 | 683     | 83   | 947     | 377  | 264      | 386  | 262      | 697  |
| 26.10.17 | Вчера тренировка, не выспался, не голодный, был <b>насморк</b>  | 68          | 92   | 193       | 101  | 149         | 746  | 1193    | 330  | 531     | 28   | 439     | 116  | 167      | 48   | 57       | 138  |
| 06.11.17 | Вчера отдых. В выходные болел, сейчас <b>болит горло</b> . Выспался, голодный, самочувствие хорошее.  | 66          | 86   | 266       | 161  | 88          | 360  | 1810    | 664  | 584     | 26   | 544     | 264  | 290      | 183  | 392      | 191  |
| 07.11.17 | Вчера тренировка: десятерной прыжок 4 раза, низкие старты 5*30м, 3*60м., 3*120м. Выспался, голодный, самочувствие нормальное. <b>Болит голова</b> . | 69          | 87   | 207       | 154  | 138         | 289  | 1799    | 922  | 329     | 36   | 738     | 365  | 503      | 285  | 229      | 236  |
| 27.11.17 | Вчера отдых. Не выспался, голодный, самочувствие хорошее. <b>Болит горло</b> .  | 68          | 92   | 282       | 147  | 68          | 517  | 3123    | 683  | 1191    | 19   | 602     | 158  | 518      | 77   | 813      | 429  |

|          |   |    |     |     |     |     |      |      |     |     |    |     |     |     |     |     |     |
|----------|---|----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 05.12.17 | Вчера тренировка: 4*150м. 85%. Выпался, не голодный, самочувствие плохое: <b>болит горло</b> , насморк.   | 83 | 104 | 174 | 95  | 271 | 1030 | 750  | 308 | 72  | 10 | 231 | 110 | 277 | 72  | 169 | 117 |
| 06.12.17 | Вчера тренировка: 10 низких стартов (5 с резиной, 5 без), 10 бросков мяча от груди, силовая в тренажерном зале (легкая). Выпался, не голодный, самочувствие хорошее. <b>Болит горло</b> . | 79 | 95  | 174 | 113 | 260 | 648  | 1228 | 493 | 215 | 22 | 357 | 100 | 293 | 132 | 364 | 239 |



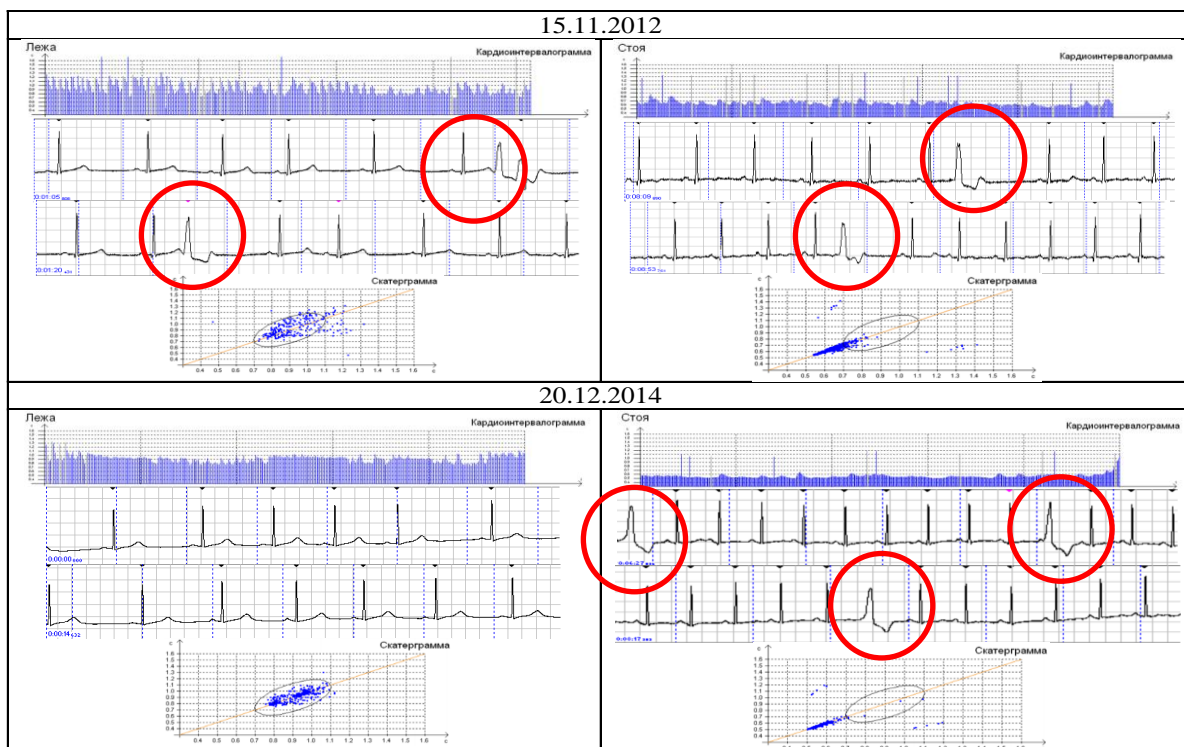
- выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы

Таким образом, исследования показывают, что важно определять состояние регуляции у легкоатлетов-бегунов по результатам анализа ВСП с учетом типа регуляции и диапазонов значений  $MxDMn$  и типа регуляции перед выходом на каждую тренировку или соревнование. Только в этом случае тренер сможет своевременно определять резервные возможности организма и состояние спортсмена, вовремя дать отдых, корректировать тренировочную нагрузку, а также прогнозировать спортивный успех (результат). Важно понимать, что перед тренером стоят задачи не только обеспечить спортивный результат, но и сохранить здоровье и спортивное долголетие занимающихся.



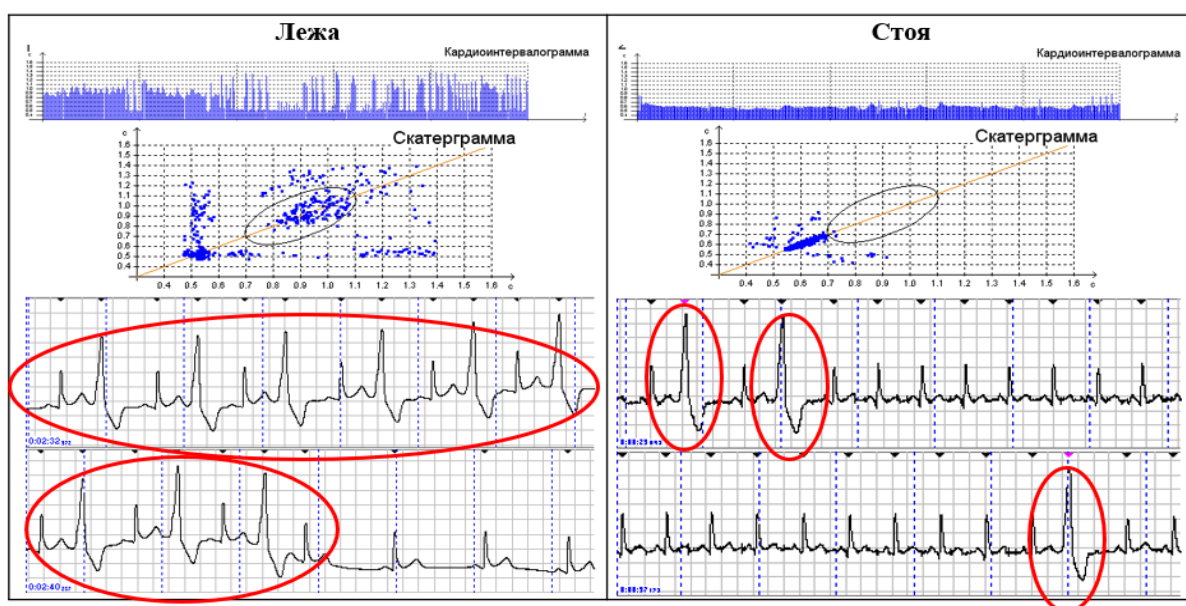
## 5. Примеры показателей variability сердечного ритма перетренированных спортсменов

### Пример 1



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

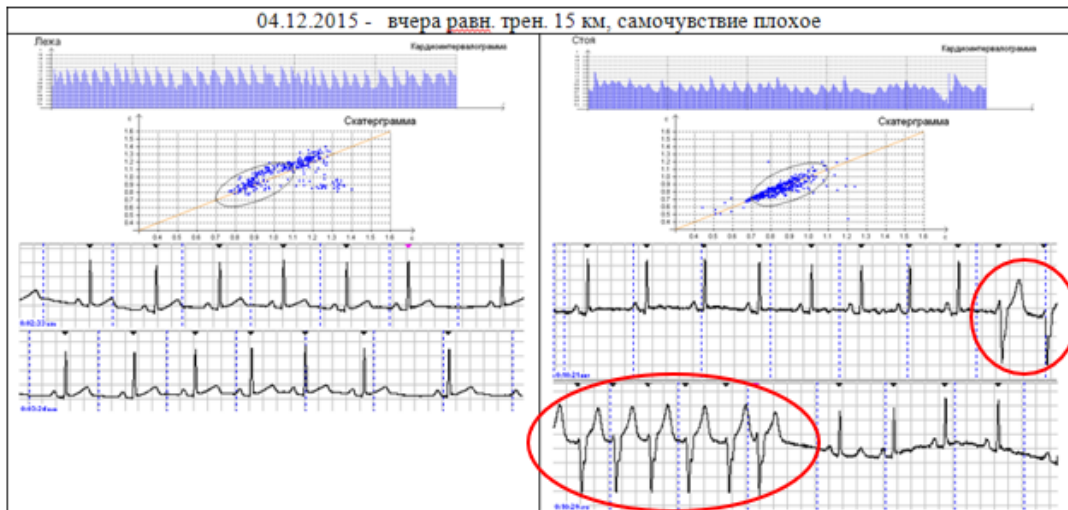
### Пример 2



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

### Пример 3

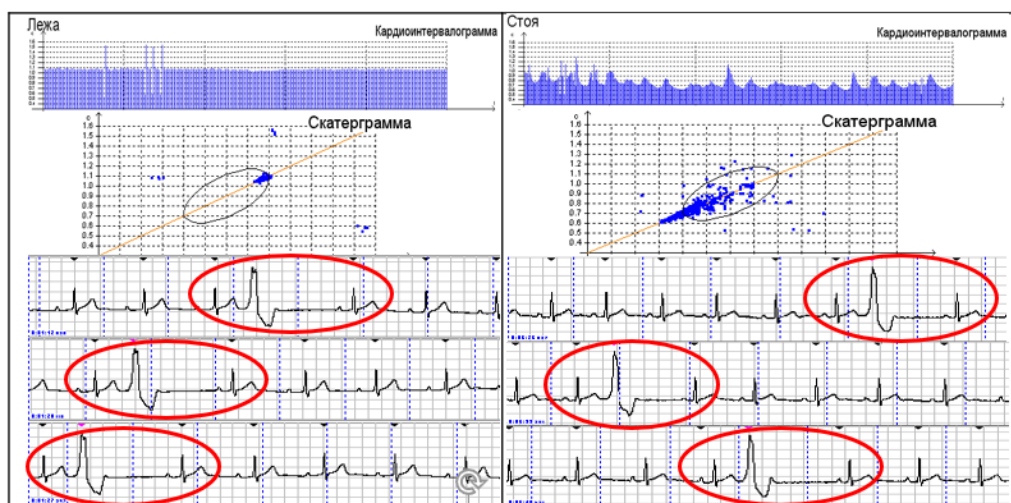
| Дата     | ЧСС, уд/мин |      | MxDMn, мс |      | SI, усл.ед. |      | TP, мс <sup>2</sup> |      | HF, мс <sup>2</sup> |      | LF, мс <sup>2</sup> |      | VLF, мс <sup>2</sup> |      | ULF, мс <sup>2</sup> |      | PHF% |      | PLF% |      | PVLF% |      |
|----------|-------------|------|-----------|------|-------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|------|------|------|------|-------|------|
|          | лежа        | стоя | лежа      | стоя | лежа        | стоя | лежа                | стоя | лежа                | стоя | лежа                | стоя | лежа                 | стоя | лежа                 | стоя | лежа | стоя | лежа | стоя | лежа  | стоя |
| 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, скаттерграммы и ЭКГ у перетренированного биатлониста Р. Ф. в покое и ортостазе (с IV патологическим типом) до утренней тренировки

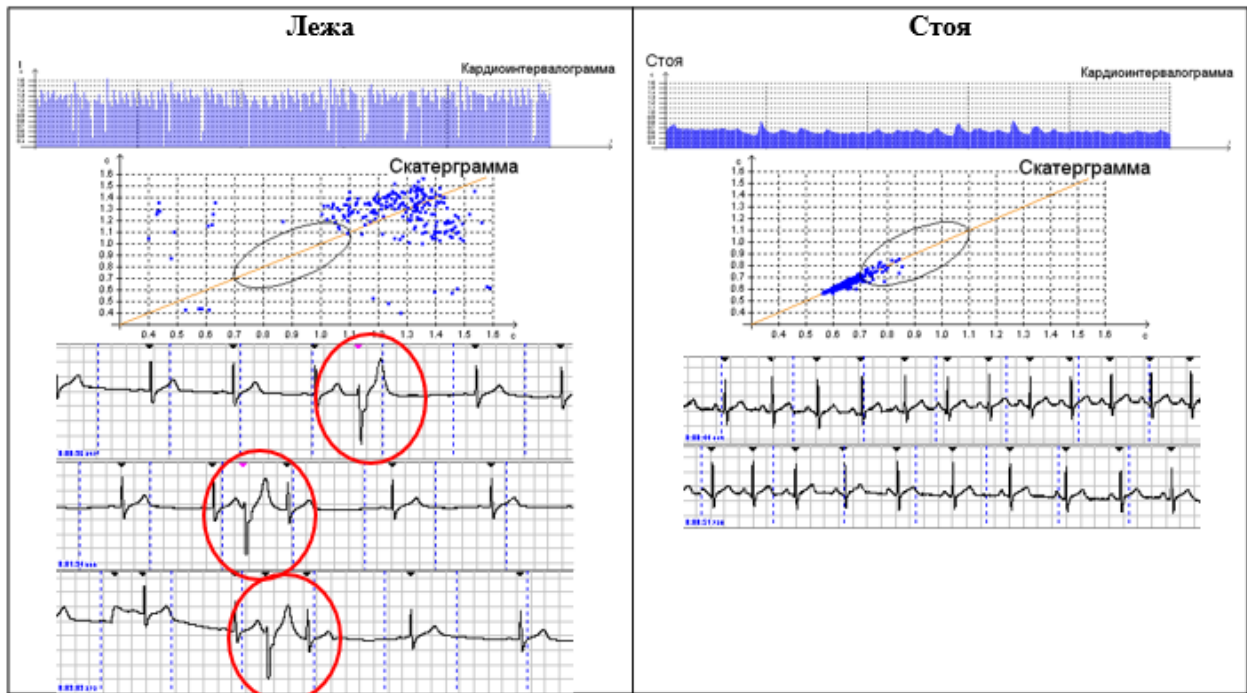
### Пример 4

| 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> |      | HF, % |      | LF, % |      | VLF, % |      |    |
|-------------|-----------|------|-------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|-------|------|-------|------|--------|------|----|
|             | 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 |



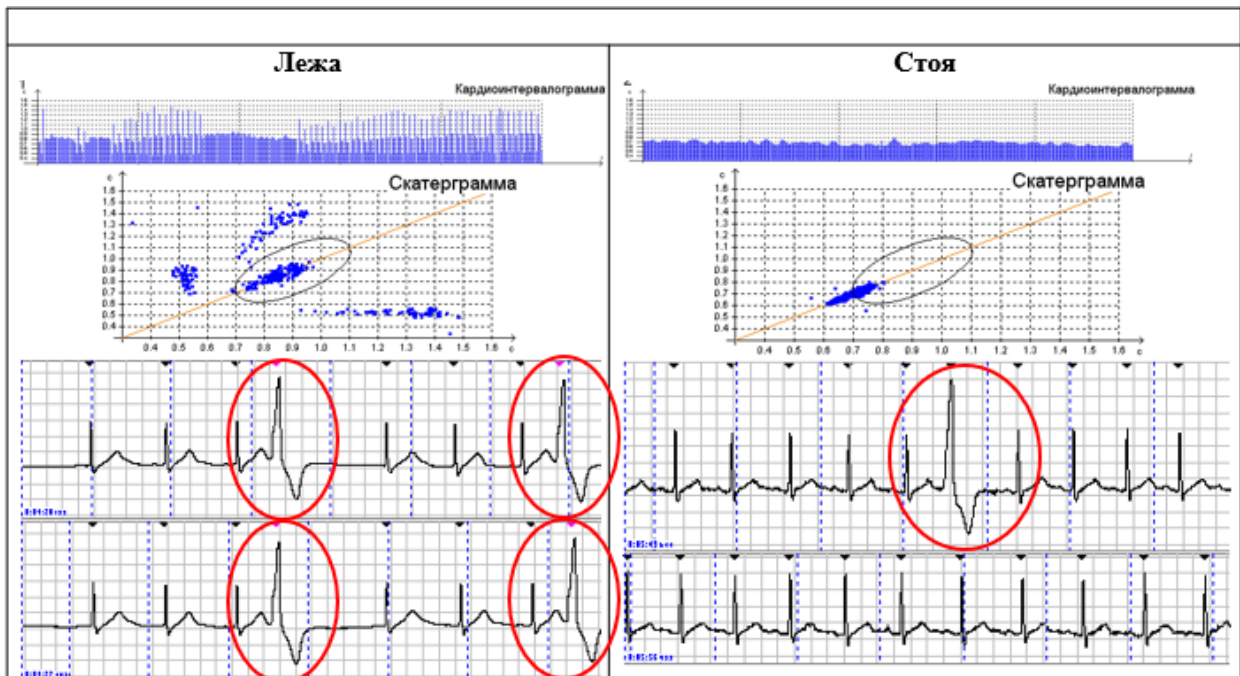
Вариабельность сердечного ритма и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С.А. утром до тренировки

## Пример 5



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

## Пример 6

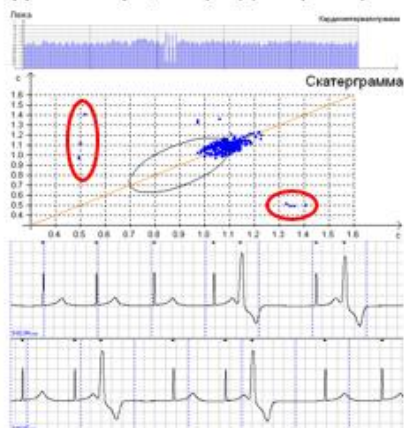


Кардиоинтервалограмма, скатерграмма ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у  
перетренированного биатлониста К.О. (мс) до утренней тренировки

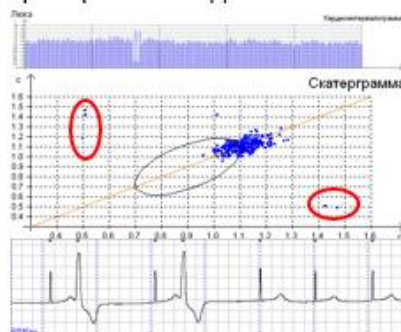


## Пример 7

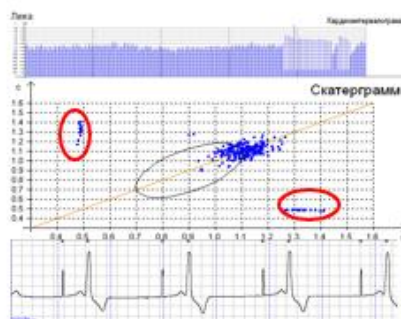
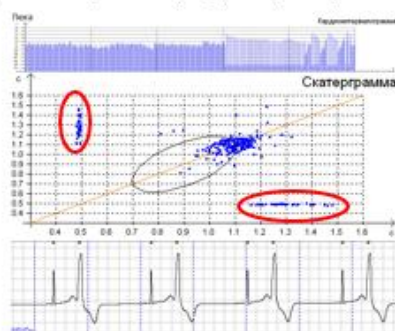
4-й день сбора, вчера две тренировки.



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 (по результатам ВСР)

## 6. Заключение

Исследование и анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) 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 ВСР, 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 [22,31,32]. 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, важными критериями для экспресс-определения типа вегетативной регуляции по данным ВСП явились показатели MxDMn, SI и VLF [31,32,33,34].

Целесообразность использования этих показателей для оценки индивидуально-типологических особенностей ВСП и текущего функционального состояния регуляторных систем у здоровых людей и спортсменов подтвердили в своих работах многие исследователи. Анализ ВСП у детей и подростков в возрасте от 7 лет до 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 [22].

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

У исследуемых II и IV типов (патологический, 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 не способны 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 [10,16].

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

Типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма указывают на то, 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. 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 дизрегуляторных процессов.

Выявить «патологический» характер выраженного преобладания автономной регуляции сердечного ритма у спортсменов можно с помощью ортоклиностагической пробы. Чрезмерная избыточность или недостаточность реакции парасимпатического отдела и увеличение

вазомоторных волн в спектре при ортостазе указывают на несовершенство регуляторных механизмов.

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.

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 низкие спортивные результаты. Выявление у спортсменов-новичков на начальных этапах тренировочного процесса постоянно выраженного напряжения центральной регуляции (II тип) требует особого внимания тренеров и врачей.

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, к 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.

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].

В работах [31,32,33,34] обоснована важная роль оценки вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ) при проведении индивидуальных динамических экспресс-исследований ВСР в покое в тренировочном процессе спортсменов. Такой подход дает срочную информацию о состоянии процессов восстановления и о работе синусового узла непосредственно перед очередной тренировкой. Установлено, что постоянно чрезвычайно низкие ( $<150$ мс) или очень большие ( $>651$  мс) диапазоны значений  $MxDMn$ , а также частый переход этого показателя с одного диапазона на другой в покое и наличие парадоксальных реакций на ортостаз говорят о неустойчивости кардиорегуляции. Отсутствие четкого представления о границах оптимального диапазона значений  $MxDMn$  и игнорирование этого показателя при анализе ВСР у спортсменов в тренировочном процессе не могут дать истинной информации о состоянии типа регуляции и работы синусового узла [31,32,33].

При резких колебаниях диапазона значений  $MxDMn$  ВСР с одного уровня на другой особенно важен визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСР и ЭКГ в покое и ортостатическом тестировании. Постоянная неустойчивость вегетативного баланса в покое и реактивности организма на ортостаз отражаются на спортивных результатах.

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

Только сбалансированная вегетативная регуляция позволяет максимально использовать функциональные и резервные возможности на



тренировках независимо от того, в каких условиях они проводятся (равнина или среднегорье).

Динамические исследования ВСР у одного и того же спортсмена в покое и после тренировочных нагрузок позволяют иметь представление об индивидуальном «портрете» вегетативной регуляции, синусового узла и их изменениях. Это открывает новые возможности для управления функциональными резервами организма в повседневной жизни и тренировочном процессе, для прогнозирования перетренированности, перенапряжения и донозологических состояний, для спортивного долголетия.

## **7. Практические рекомендации**

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 боль 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 адаптационно-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 от того, 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, адаптационно-резервных возможностях, уровне восстановления организма и спортивных результатах.

7. Встречаются случаи участия спортсменов в тренировочном и соревновательном процессах в болезненном состоянии (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 адаптационно-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 ухудшении 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, 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 реадaptации 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  $MxDMn < 150 \text{мс}$ ,  $SI > 100 \text{ усл. ед.}$ , а  $VLF < 240 \text{мс}^2$  или выраженная активность автономного контура регуляции, когда значение  $MxDMn > 650 \text{мс}$ , а  $TP > 12000 \text{мс}^2$ ) согласно результатам ВСП, и если выявлены парадоксальные реакции на ортостаз.

## 8. Список рекомендуемой 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. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. – 295 с.
4. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессах. М.: Наука, 1984. – 220 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 спортсменов: 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. – 181 с.
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. 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.
22. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
23. 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 2011г. Ижевск, 2011, С.348-369.
24. 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. – 601 с.
25. 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.
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., 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.
28. Шлык Н. И., Алабужев А. Е., Шумихина И. И. Индивидуальный подход к анализу тренировочного процесса по данным вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов-бегунов в условиях среднегорья // Теория и практика физической культуры. 2017. № 1. С. 15-18.
29. Шлык Н. И., Алабужев А. Е., Николаев Ю. С. Определение функциональной готовности бегунов-стайеров и средневиков к ежедневным тренировочным нагрузкам в условиях среднегорья // Теория и практика физической культуры. 2018. № 12. С. 45-48.
30. 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.
31. 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.
32. 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.

33. Шлык Н. И., Алабужев А. Е. Показатели вариабельности 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.
34. Шлык Н. И. О новом подходе к индивидуальному анализу вариабельности сердечного ритма в тренировочном процессе спортсменов (на примере лыжников-гонщиков) // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение в спорте и массовой физкультуре: Мат. VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 25-26 мая 2021г. Ижевск, 2021, С.37-50.
35. Schlyk N., Zhuzhov A. Krasnoperova T. Individual peculiarities of the vegetativ regulation mechanisms in skiers (according to Imathematical analysis data the cardiac rhythm). // Overtfning and overreachiyg in sport: Physiologikal, Psychologicakal and Biomedical Considerations – Memphis, 1996. – 51 p.
36. Schlyk N. Autonomic regulation of circulation and cardiac contractility impre-school children: aging and individual features / N. Shlyk // XVIII European congress on noninvasive cardiovascular dynamics, Reggio Emilia, Itali, 1997.
37. Schlyk N.I, Berseneva A. P, Bersenev I. A. Heart rate variabiliti in sculboys // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular sistem dinamik cocieti (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 sculchildren variabiliti (accoding to the fakts of heart rate) // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular sistem dinamik cocieti (August 27 - 30. 1998, Gent. Belgium). – 1998, – V. 15. – № 2. – P. 141.
39. Shlyk N. I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes: monograph - Izhevsk: Udmurt University Publishing House, 2009. – 259 p.
40. 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.



*Учебное издание*

Шлык Наталья Ивановна

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
И МЕТОДЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ  
В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ**

методическое пособие

*Редактор Опарина Т.В.*

Подписано в печать 15.04.2022. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 9,4 Уч. изд. л. 5, 2

Тираж 22 экз. Заказ № 751.

Издательский центр «Удмуртский университет»

426004, Ижевск, Ломоносова, 4Б, каб. 021

Тел. : + 7 (3412) 916-364, E-mail: editorial@udsu.ru

Типография Издательского центра «Удмуртский университет»

426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.

Тел. 68-57-18