

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Н. И. Шлык

Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов



Ижевск
2009

ББК 28.911.1
УДК 612.172.2
Ш 698

Рецензент:
доктор биологических наук Берсенева А.П.

Шлык Н.И.

Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов.
— Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. — 259 с.

Монография посвящена изучению вариабельности сердечного ритма у детей, подростков и спортсменов с разными типами вегетативной регуляции. Представлена новая классификация оценки типов вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма. Приводятся нормативные показатели вариабельности сердечного ритма у детей и подростков в зависимости от преобладающего типа регуляции сердечного ритма. Рассматривается новый подход к оценке адаптационных реакций организма на физические и тестовые нагрузки в зависимости от типа регуляции. Представлены результаты динамических исследований функционального состояния и адаптационных возможностей организма спортсменов с разными типами регуляции в различные периоды тренировочного процесса.

Предназначена для специалистов в области возрастной и спортивной физиологии, врачей функциональной диагностики, педиатров, тренеров, преподавателей физической культуры, спортсменов.

ISBN 978-5-904524-24-1

© Н.И. Шлык, 2009
© ГОУ ВПО «Удмуртский
государственный университет», 2009

The Federal agency of education
The Udmurt State University

N.I. Shlyk

The heart rate and regulation type of children, teenagers and sportsmen



Izhevsk
2009

ББК 28. 911. 1
УДК 612. 172. 2
III 698

Shlyk N.I.

The heart rate and regulation type of children, teenagers and sportsmen.
– Izhevsk: «Udmurt university», 2009. – 259 c.

The monograph is dedicated to studying of heart rate variability of children, teenagers and sportsmen with different types of vegetative regulation. The new classification of vegetative regulation types' estimation according to heart rate variability analysis data is represented. The normative indexes of children and teenagers' heart rate variability are given depending on prevalent type of heart rate regulation. The new method of estimation of adaptive organism responses to physical and test activities depending on regulation type is considered. The results of dynamic researches of functional state and adaptive capabilities of sportsmen organism with different regulation types in different periods of training are given. It is intended for the specialists in the field of age-specific and sport physiology, doctors of functional diagnostics, pediatricians, coaches, teachers of physical training, sportsmen.

ISBN 978-5-904524-24-1

© N.I. Shyk, 2009
© The Udmurt State
University, 2009

Оглавление

Предисловие.....	7
Введение.....	13
Часть I. Метод исследования variability сердечного ритма и методика анализа.....	21
Глава 1. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение.....	21
1.1. Основные методы анализа и методика исследования variability сердечного ритма.....	21
1.2. Оценка типа вегетативной регуляции по данным анализа variability сердечного ритма.....	30
Часть II. Variability сердечного ритма у детей и подростков с разными типами вегетативной регуляции.....	34
Глава 2. Variability сердечного ритма у младших школьников с разными преобладающими типами вегетативной регуляции (совместно с Сапожниковой Е.Н.).....	34
2.1. ВСР у школьников 7-11 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции.....	34
2.2. Анализ ВСР у школьников 7-11 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции.....	48
2.3. ВСР у детей 7-11 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции.....	60
2.4. Анализ ВСР у детей 7-11 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма.....	70
2.5. Сравнительная характеристика показателей ВСР у младших школьников с разными типами регуляции.....	80
2.6. ВСР у младших школьников с разными типами регуляции при активной ортостатической пробе.....	99
Глава 3. Анализ variability сердечного ритма у школьников среднего возраста с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма.....	102
3.1. ВСР у школьников 12-15 лет с разными типами регуляции.....	103
3.2. Сравнение результатов анализа ВСР у школьников младшего и среднего возраста с одинаковыми типами регуляции.....	116

3.3. Сравнительный анализ показателей ВСП у школьников-спортсменов и не спортсменов 12-15 лет с разными типами регуляции.....	118
Часть III. Вариабельность сердечного ритма при занятиях физкультурой и спортом	128
Глава 4. Результаты исследования вариабельности сердечного ритма у детей и спортсменов с разными типами регуляции при физических нагрузках и тренировочном процессе.....	128
4.1. ВСП у детей дошкольного возраста с разными типами регуляции при занятиях физкультурой	128
4.2. ВСП у младших школьников с разными типами регуляции при физических и умственных нагрузках	133
4.3. Анализ ВСП у спортсменов разных возрастных групп с разными типами регуляции в тренировочном процессе	135
4.3.1. Анализ ВСП у спортсменов игровых видов спорта с разными типами регуляции в различные периоды тренировочного процесса.....	140
4.4. Результаты динамических исследований ВСП у спортсменов разного возраста в тренировочном процессе	161
4.5. Особенности ВСП при исследовании ортоклиностатической устойчивости у спортсменов с разными типами регуляции	188
Заключение	230
Литература	237

Предисловие

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в настоящее время является одним из самых популярных методов в медицине и физиологии. Ежемесячно публикуются десятки новых работ, посвященных этому методу. Интерес к анализу ВСР в России и во всем мире не угасает уже в течение нескольких десятков лет, и это свидетельствует о том, что он действительно позволяет получать новую и практически важную информацию в самых различных сферах применения. Не являются исключением и такие научно-практические направления как физиология детей и подростков и спортивная медицина. Именно этим двум направлениям посвящена монография профессора Н.И. Шлык «Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов».

Важность и своевременность этой монографии определяются тем, что среди причин демографического кризиса в нашей стране не последнее место занимают высокая заболеваемость и резкое ухудшение физического развития детей и подростков. И попытки улучшить положение путем увеличения числа детских спортивных школ или роста ассигнований на подготовку юных спортсменов не могут быть успешными без развития базовых научных знаний о законах развития растущего организма и внедрения этих знаний в практику спортивной подготовки.

Поскольку организм детей и подростков находится в процессе развития, то их занятия спортом требуют серьезного контроля и постоянного управления. Спорт может принести огромную пользу или нанести непоправимый вред. Это наглядно демонстрируется многочисленными примерами, приводимыми в монографии. Каждый ребенок, каждый юноша являются уникальным живым существом, требующим бережного и внимательного обращения, требующим от родителей, учителей и тренеров знания его индивидуальных особенностей и их учета в повседневной деятельности. Это наглядно показано Наталией Ивановной Шлык в разработанном ею новом подходе к оценке сердечного ритма у детей и подростков с учетом типов вегетативной регуляции.

Представления о различных типах поведения, реактивности и конституции возникли еще в древности. Хорошо известно учение

древнегреческого врача и философа Гиппократ о темпераменте, где различались четыре типа: сангвиник, холерик, флегматик и меланхолик. Это учение получило развитие в трудах современных психологов. Выделяют различные типы конституции человека (фенотип, генотип, соматотип и др.). В настоящее время различают нормостенический, гиперстенический и гипостенический типы конституции. По характеру вегетативной регуляции выделяют симпатотонический, эйготонический (нормотонический) и ваготонический типы. Показана связь типа вегетативной регуляции с развитием заболеваний, с переносимостью различных нагрузок. Так у юношей с симпатическим типом регуляции чаще развивается нейроциркуляторная дистония (С.Н. Иванов, 2005). У подростков выявлена тесная взаимосвязь типа вегетативной регуляции с особенностями психо-эмоциональной сферы, что оказывает серьезное влияние на процессы адаптации к учебной деятельности (О.Л. Тарасова, 1998). Известно о связи типа вегетативной регуляции с уровнем двигательной активности у школьников (А.Р. Галеев, 1999).

Заслуга Н.И. Шлык заключается в том, что она сумела, используя современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций, разработать новый подход к вопросам спортивной подготовки детей и подростков. В основе этого подхода лежит оценка типа вегетативной регуляции и в соответствии с ним планирование уровней физических нагрузок и программ спортивных тренировок. Для исследования и оценки типов вегетативной регуляции используется метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) – современный, общепризнанный индикатор функционального состояния различных звеньев регуляторного механизма. Используя представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, Н.И. Шлык выделяет четыре группы вегетативной регуляции: две с преобладанием центрального контура управления и две с преобладанием автономного контура управления (в каждом случае с умеренным и выраженным преобладанием). Эти группы регуляции соответствуют общепринятому делению на симпатотонический, нормотонический и ваготонический типы. При этом нормотонический тип рассматривается в двух вариантах: симпато-нормотоническом (I-я группа) и ваго-нормотоническом (III-я группа). Взяв за основу своей классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного

управления физиологическими функциями, автор подчеркивает участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единого регуляторного механизма. Это по существу системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, о котором мы судим по данным анализа ВСР.

Выделение Н.И. Шлык в качестве оптимального типа вегетативной регуляции у детей и подростков умеренного преобладания автономной регуляции (III-я группа) подтверждает известное положение медицинской кибернетики о том, что именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления. Включение в процесс управления центрального контура (I-я и II-я группы) дестабилизирует управляемую систему (организм), особенно когда выраженная высокая активность центрального контура (II-я группа) полностью подавляет процессы саморегуляции. Результаты проведенных исследований приводят автора к заключению о том, что «... для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы организм детей с центральным типом регуляции затрачивает постоянно больше усилий, нежели у детей с автономным типом регуляции». И далее автор предлагает «...посмотреть на вегетативное обеспечение системы кровообращения и как на генетический фактор риска развития патологии сердечно-сосудистой системы при занятиях спортом, особенно у детей с центральным типом регуляции сердечного ритма (I и II группы). Поэтому, выявление у школьников-спортсменов на ранних этапах тренировочного процесса постоянно выраженного преобладания центральной регуляции требует пристального внимания тренеров и врачей».

Материалы, представленные в монографии, являются результатом огромного труда профессора Н.И. Шлык и возглавляемого ею научного коллектива. Уникальные многолетние наблюдения за детьми и подростками всех возрастных групп (от 7 до 15 лет) позволили составить нормативы показателей ВСР для разных типов вегетативной регуляции. Эти данные имеют не только важное научное значение, но и являются справочными для практических врачей и тренеров, а также для других исследователей. Однако, необходимо отметить, что опубликованные в монографии данные следует с осторожностью использовать в других регионах страны, поскольку существуют доволь-

но значительные климато-географические, экологические и региональные различия в конструкциях механизмов адаптации.

Важной частью монографии является раздел, посвященный анализу ВСР при занятиях физкультурой и спортом. Здесь представлены данные о функциональном состоянии организма детей и подростков с различными типами вегетативной регуляции при физических нагрузках и в тренировочном процессе. Самым главным здесь является то, что на основании полученных данных установлено, что у детей с разными преобладающими типами регуляции сердечного ритма одинаковая физическая нагрузка на уроках физической культуры вызывает качественно и количественно разные адаптивные реакции организма. В монографии приводятся убедительные примеры перенапряжения регуляторных систем у юных спортсменов в результате отсутствия у тренеров и врачей необходимых знаний о роли вегетативной регуляции функций в адаптации организма к физическим нагрузкам. Автор пишет: «...врачи, учителя физической культуры и тренеры, по-прежнему, определяют состояние занимающихся и степень переносимости физических нагрузок в основном по частоте сердечных сокращений (ЧСС) без учета того, что одна и та же частота сердечных сокращений в покое может скрывать за собой разную степень напряжения кардиорегуляторных систем».

В монографии убедительно доказывается необходимость и целесообразность внедрения методов анализа ВСР в практику школьной медицины и, особенно, в практику контроля за физическими нагрузками и занятиями спортом. Занятия спортом у детей могут стать причиной развития заболеваний, если не учитываются индивидуально-типологические особенности регуляторных систем, наличие патологической наследственности, скрытых донозологических состояний и патологических изменений. И в первую очередь донозологические состояния могут проявляться у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа). Автор пишет: «При допуске детей к занятиям спортом тренерами и врачами чаще всего не учитывается исходное функциональное состояние регуляторных систем и их адаптационные возможности, что является одной из причин быстрого наступления дисрегуляции и перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом».

В заключение хотелось бы отметить, что монография профессора Н.И. Шлык не имеет аналогов ни в отечественной литературе, ни

за рубежом. Она содержит уникальные и оригинальные материалы, которые открывают новое научное направление на стыке возрастной физиологии и спортивной медицины. Актуальность этого направления трудно переоценить, учитывая, что воспитание здорового и физически подготовленного молодого поколения является не только важной государственной задачей, но и одним из ведущих средств борьбы с демографическим кризисом.

Надеюсь, что книга будет с интересом воспринята читателями и принесет большую пользу науке, медицине и спорту.

Р.М. Баевский

Доктор медицинских наук,

Профессор,

Заслуженный деятель науки РФ.

Введение

Известно, что в живом организме все подчиняется регуляции, все управляется регуляцией, невозможно дать истинную оценку функционального состояния организма и его адаптационных возможностей без определения качества регуляции.

По современным представлениям вегетативная нервная система (ВНС) определяется как комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих необходимый для адекватной реакции всех систем функциональный уровень организма (Ноздрачев А.Д., 1983).

В структуре ВНС различают сегментарный и надсегментарный отделы. Центры блуждающих и симпатических нервов являются второй ступенью иерархии нервных центров, регулирующих работу сердца.

Высшим вегетативным центром в организме является гипоталамус, который поддерживает на оптимальном уровне обмен веществ, энергии, температурный баланс, деятельность всех внутренних органов, в частности сердечно-сосудистой системы, желез внутренней секреции, обеспечивает смену сна и бодрствования. Условно в гипоталамусе различают переднюю, среднюю, заднюю нерезко разграниченные зоны скопления ядер. Передняя и средняя область участвуют в регуляции парасимпатического отдела ВНС (трофотропные зоны), задняя – симпатического (эрготропные зоны). В гипоталамусе имеются структуры, способные регулировать отдельные функции сердца. Гипоталамус представляет собой интегративный центр, который способен изменять любые параметры сердечной деятельности и состояния любых отделов сердечно-сосудистой системы для обеспечения потребностей организма в ответ на изменение внутренней и внешней среды.

Клетки гипоталамуса выполняют регуляторную функцию, воспринимают изменение гомеостаза и обладают способностью трансформировать гуморальные изменения внутренней среды в нервный процесс. Нисходящее влияние гипоталамуса обеспечивает регулирование функций в основном через ВНС и гормоны гипофиза. Восходящее активизирующее влияние также осуществляется нервным и гуморальным путем. Гипоталамус, регулируя функцию симпатического и парасимпатического отделов ВНС и секреторные функции

эндокринных желез, обеспечивает вегетативный компонент всех сложных реакций в организме.

Его деятельность контролируется высшими отделами центральной нервной системы (ЦНС): подкорковыми ядрами, мозжечком и корой больших полушарий, с которыми гипоталамус связан как прямыми нервными путями, так и через ретикулярную формацию.

На основе анализа системы новых научных фактов (Покровский В.М., 2008) показано, что в целостном организме ритм сердца формируется иерархической системой структур и механизмов, включающей мозговую и внутрисердечный уровни. Наряду с существованием внутрисердечного генератора ритма сердца имеется и генератор ритма сердца в ЦНС, конечным звеном которого являются эфферентные структуры сердечного центра продолговатого мозга. Возникающие там нервные сигналы в форме залпов импульсов поступают к сердцу по блуждающим нервам и, взаимодействуя с внутрисердечными ритмогенными структурами, вызывают генерацию возбуждения в них в точном соответствии с частотой залпов.

Интеграция двух уровней ритмогенеза обеспечивает надежность и функциональное совершенство системы формирования ритма сердца в целостном организме. Центральный генератор обеспечивает адаптивные реакции сердца в естественных условиях. Новый уровень понимания процессов формирования ритма сердца в целостном организме открывает иные возможности для оценки функционального состояния организма как целостной системы.

Классические представления о том, что вариабельность сердечного ритма (ВСР) связана лишь с тоническим влиянием нервной системы, должны быть подвергнуты коррекции в соответствии с фактами о том, что становление ВСР связано с включением надсегментарных структур. Это открывает новые возможности для анализа природы ВСР (Покровский В.М., 2008).

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом многоконтурной и многоуровневой регуляции системы кровообращения,

изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального для организма приспособительного ответа, которые интегральны по функции и усреднены по времени, отражают адаптационную реакцию целостного организма. Адаптационные реакции индивидуальны и реализуются у разных лиц с различной степенью участия функциональных систем, которые обладают, в свою очередь, обратной связью, изменяющейся во времени и имеющей переменную функциональную организацию (Баевский Р.М., 1976).

Характерной особенностью метода является его *неспецифичность* по отношению к нозологическим формам патологии и *высокая чувствительность* к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям. Метод основан на распознавании и измерении временных интервалов между R-R-интервалами электрокардиограммы, построении динамических рядов кардиоинтервалов (кардиоинтервалограммы) и последующем анализе полученных числовых рядов различными математическими методами. Здесь простота съема информации сочетается с возможностью извлечения из получаемых данных обширной и разнообразной информации о нейрогуморальной регуляции физиологических функций и адаптационных реакциях целостного организма (Баевский Р.М., 1965, 1984).

Метод изучения ВСР в нашей стране начал активно развиваться с 1960 года. Одним из стимулов его развития послужили работы Парина В.В. и Баевского Р.М. (1965) в области космической медицины. Первая в мире монография по ВСР принадлежит Р.М. Баевскому (1984, совместно с О.И. Кирилловым и С.З. Клецкиным). За это время опубликовано различными авторами огромное количество статей, ряд методических рекомендаций и монографий. Сегодня в России активно развиваются и совершенствуются технические и программные средства для математической обработки и анализа ритма сердца. Активно развиваются исследования ВСР у детей, подростков, спортсменов. Были проведены многочисленные конференции и международные симпозиумы по ВСР. Четыре из них прошли в г. Ижевске (1996, 2000, 2003, 2008 гг.), на которых обсуждались наиболее актуальные вопросы теоретического обоснования и практического применения ВСР в различных областях физиологии и медицины.

В то же время большинство российских исследователей в своих работах не учитывают огромный вклад отечественных ученых и пользуются стандартами измерений и «физиологической интерпрета-

цией ВСР», предложенными в 1996 году Европейским и Североамериканским кардиологическими обществами. Как показывает анализ большинства публикаций в Российских научных журналах, материалов многих конференций, симпозиумов и конгрессов, исследования отечественных ученых в области анализа ВСР не только не отстают от западных, но и во многих разделах опережают их. Отличие подходов отечественных ученых состоит в том, что анализ ВСР рассматривается ими как метод оценки переменных во времени интегральных характеристик функциональных систем, регулирующих работу сердца и других параметров кровообращения, индикатора адаптационно-приспособительных процессов не только по отношению к сердечно-сосудистой системе, но и к организму в целом (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2003, 2007).

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

В данной монографии мы делимся многолетним опытом практического применения метода вариабельности сердечного ритма в научной лаборатории кафедры медико-биологических основ физической культуры педагогического факультета физической культуры Удмуртского государственного университета. В результате многолетних исследований ВСР у детей, подростков и спортсменов разного возраста нами сделана попытка разработать новый подход к анализу ВСР на основе определения индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем организма.

Вопрос о «внутренней неоднородности здоровой популяции» и разных типологических особенностях организма, связанных с различным уровнем биологического развития, поднимается давно. Представление о норме как среднестатистическом показателе сегодня не устраивает ни физиологов, ни клиницистов ввиду наличия индивидуальных особенностей организма, цикличности процессов, возрастных, гендерных и других различий. Поэтому можно предположить о существовании разных норм функционирования регуляторных систем организма. Каждая норма в определенной степени должна проявляться качественно однородными явлениями (Шлык Н.И., 1991).

В монографии Н.И. Шлык (1991) наглядно показано, что в раннем и дошкольном возрасте ведущую роль в развитии организма иг-

рает определенный тип вегетативной регуляции. При анализе ВСР у детей раннего и дошкольного возраста мы обратили внимание на выраженный разброс показателей ВСР внутри каждой возрастной группы, указывающий на наличие ярко выраженных индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции. У одних детей показатели ВСР отражали преобладание центральных структур регуляции, у других – преобладание автономной регуляции. Было показано, что сформировавшийся к определенному возрасту тип регуляции (автономный или центральный) определяет уровень функциональных, адаптивных и резервных возможностей организма ребенка. Невозможна правильная интерпретация физиологической зрелости организма в конкретном возрастном периоде без учета состояния и уровня развития системы регуляции. Выявлено, что дети с преобладанием центральной регуляции существенно отстают по уровню зрелости регуляторных систем от сверстников с преобладанием автономной регуляции, что отражается на функциональном состоянии и адаптационно-приспособительных возможностях организма. Было показано, что в зависимости от преобладания автономной или центральной регуляции, детский организм по-разному реагирует на одинаковые тестовые или физические нагрузки: у первых активно включаются центральные механизмы регуляции, а у вторых - автономные.

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

Было показано, что у детей с центральным типом регуляции существенно ниже функциональные и адаптивные возможности организма и более выражены различные дизрегуляторные проявления, чем у детей с автономным типом регуляции. Известно, что генетически обусловленные качества организма в детском возрасте тесно

взаимодействуют с приобретенными в процессе жизни. Речь идет о долгосрочном прогнозировании развития организма и управлении динамическим здоровьем у индивидуумов с разными типами вегетативной регуляции.

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

Результаты исследования ВСП, полученные нами у дошкольников, явились основой для продолжения исследований и анализа ВСП у школьников и спортсменов с разными типами регуляции, которые мы описываем в данной книге. За последние годы нами накоплен достаточно большой материал, подтверждающий высокую информативность метода ВСП и практическую значимость индивидуально-типологического подхода к анализу ВСП.

В монографии представлен анализ исследований ВСП у 900 школьников младшего и среднего возраста и 640 спортсменов разных возрастных групп, специализаций и спортивной квалификации в покое и под влиянием тестовых, различных физических нагрузок и тренировочного процесса.

В первой части монографии излагается методика исследования ВСП (по данным методических рекомендаций, подготовленных группой авторов под председательством проф. Баевского Р.М., в соответствии с решением МЗ РФ от 11 апреля 2000 года). А так же предложенная нами экспресс оценка и характеристики индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем у здоровых людей по данным ВСП.

Во второй части книги приводятся данные анализа ВСП у школьников младшего и среднего возраста с разными типами регуляции сердечного ритма. Приводится сравнение показателей ВСП у школьников среднего возраста с одинаковыми типами регуляции при различных двигательных режимах.

Третья часть монографии посвящена динамическим исследованиям и анализу ВСП у детей с разными типами вегетативной регуляции при занятиях физической культурой. Также описаны исследова-

ния и анализ ВСР у юных и высококвалифицированных спортсменов с разными типами вегетативной регуляции игровых видов спорта (футбол, хоккей, баскетбол), гимнастов, пловцов, легкоатлетов, лыжников, биатлонистов в покое, при тестовых нагрузках и в разные периоды тренировочного процесса.

Также приводятся сведения о характере «индивидуального портрета» вегетативной регуляции по данным динамического анализа ВСР у спортсменов в тренировочном процессе и соревновательной деятельности.

Считаю своим долгом высказать слова благодарности моим ученикам и коллегам, вносящим вклад в организацию и выполнение исследований и оказавшим помощь и поддержку в написании настоящей книги. А также высказать свою признательность и благодарность директору института внедрения новых медицинских технологий «Рамена» Ю.Н. Семенову за многолетнее сотрудничество и предоставление приборов и программных средств для проведения исследований.

Часть I. Метод исследования вариабельности сердечного ритма и методика анализа

Глава 1. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение

1.1. Основные методы анализа и методика исследования вариабельности сердечного ритма¹

Учитывая высокую чувствительность и эффективность данного метода, нами точно соблюдались методические рекомендации по исследованию ВСР, разработанные группой авторов под руководством проф. Р.М. Баевского (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., 2001) на основе обобщения опыта отечественных исследований в этой области с учетом данных, полученных зарубежными учеными. Эти рекомендации не являются обзором литературы и снабжены только ограниченным числом ссылок, упоминаемых в тексте. Рекомендации не содержат материалов по клиническому использованию метода. Их главная цель состоит в стандартизации методики исследований и подходов к анализу данных, чтобы результаты разных исследователей могли сопоставляться друг с другом.

Регистрировался ЭКГ-сигнал в положении лежа на спине во втором стандартном отведении. Продолжительность записи составляла 5 минут. У каждого исследуемого проводили анализ 2-х повторных записей по 5 мин. для подтверждения состояния стационарности регистрируемого процесса. Обработка кардиоинтервалограмм и анализ вариабельности сердечного ритма проводились с помощью аппарата «Варикард 2.5.1» и программы «Эским – 6».

Перед началом записи ВСР исследуемый находился в покое в положении лежа с приподнятым изголовьем в течение 5-10 минут. Исследование ВСР проводилось не ранее, чем через 1,5-2 часа после еды, большой физической или стрессовой нагрузки, в лаборатории, в которой поддерживалась постоянная температура 20-22 С⁰.

В момент исследования были устранены все помехи, приводящие к эмоциональному возбуждению, не разговаривали с исследуемым и посторонними, исключали телефонные звонки и появление в

¹ 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.

кабинете других лиц. При записи ВСР следили, чтобы исследуемый не делал глубоких вдохов и выдохов, не кашлял, не сглатывал слюну. У девочек-подростков исключали проведение исследований ВСР в менструальный период, учитывая, что в этот период происходящие гормональные изменения в организме отражаются на состоянии кардиоинтервалограммы.

Оценка результатов анализа ВСР

В настоящее время в отношении интерпретации результатов анализа ВСР нет единодушного мнения. Вместе с тем, для основных показателей ВСР уже сложились определенные клинко-физиологические оценки, которые более или менее однозначно трактуются в большинстве публикаций.

В данном разделе представлены материалы по оценке результатов анализа ВСР и перечислены только основные, наиболее часто используемые в России показатели и дана их клинко-физиологическая интерпретация, основанная на традиционных представлениях о вегетативной регуляции сердца, участии в ней симпатического и парасимпатического отделов, подкоркового сердечно-сосудистого центра и более высоких уровней управления физиологическими функциями.

Важное значение при оценке результатов исследований ВСР имеет сравнение полученных данных с показателями нормы. Представление о норме как о некоторой статистической совокупности значений, полученных при обследовании референтной группы специально отобранных здоровых людей, требует уточнения применительно к анализу ВРС. Поскольку речь идет не об оценке относительно стабильных параметров гомеостаза, а о весьма изменчивых показателях вегетативной регуляции, то, в данном случае, более приемлемым является представление о норме как о функциональном оптимуме (Баевский Р.М., 1979). Здесь следует иметь в виду, что индивидуальный оптимум организма не всегда совпадает со среднестатистической нормой, поскольку однотипные адаптационные реакции протекают по-разному, в соответствии с условиями, в которых находится человек, и в зависимости от его индивидуальных функциональных резервов. В космической медицине разработано представление о физиологической норме, которая указывает на сохранение достаточного уровня функциональных возможностей организма (Григорьев А.И., Баевский Р.М., 2001). При этом гомеостаз основных систем организма обеспечивается при минимальном напряжении регуляторных ме-

ханизмов. Соответственно, значения большинства показателей ВСР не должны превышать определенных порогов, установленных для конкретной возрастно-половой, профессиональной, региональной группы. В наибольшей мере такое условие реализуется при комплексной оценке результатов анализа ВСР. Таким образом, проблема нормы применительно к оценке ВСР требует дальнейшей углубленной разработки.

Показатели временного анализа ВСР

R-R – средняя длительность интервалов и обратная величина этого показателя – средняя ЧСС.

MxDMn – разброс кардиоинтервалов, тесно связан с состоянием регуляторных систем организма. При резком увеличении этого значения необходимо обращать внимание на значение SI (резкое уменьшение <10) и TP (резкое увеличение).

Среднее квадратическое отклонение (SDNN) отражает суммарный эффект вегетативной регуляции. Рост или уменьшение SDNN указывают на преобладание парасимпатических или симпатических влияний на ритм сердца. Нормальные значения SDNN находятся в пределах 40–80 мс. У спортсменов в состоянии покоя показатели SDNN выше и зависят от степени тренированности и специфики спорта. Диапазон этих значений в большей степени зависит от типа регуляции сердечного ритма и в меньшей степени – от возрастно-половых особенностей, это должно учитываться при оценке результатов каждого исследования (Шлык Н.И., 1991).

При анализе коротких (5 мин.) записей, рост SDNN указывает на усиление автономной регуляции и увеличение влияния дыхания на ритм сердца.

Резкое снижение SDNN обусловлено значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что ведет к подавлению активности автономного контура. Информацию по физиологическому смыслу, аналогичную SDNN, можно получить по показателю суммарной мощности спектра - TP. Этот показатель отличается тем, что характеризует только периодические процессы в ритме сердца и не содержит нелинейных и непериодических компонентов.

RMSSD – также отражает активность парасимпатического звена вегетативной регуляции. Этот показатель вычисляется по динамиче-

скому ряду разностей значений последовательных пар кардиоинтервалов и не содержит медленно-волновых составляющих сердечного ритма. Он отражает активность автономного контура регуляции. Чем выше значение RMSSD, тем активнее звено парасимпатической регуляции. Аналогичную информацию о преобладании парасимпатического звена регуляции над симпатическим можно получить по показателю pNN50, который выражает в % число разностных значений больше, чем 50 мс к общему количеству R-R интервалов.

pNN50, % - также отражает состояние стационарности процесса, при нестационарном процессе показатель pNN50 приближается к 0, при таком варианте значение RMSSD имеет диагностическое значение. Чем активнее включение центральных механизмов, тем меньше значения pNN50,%. У спортсменов при перенапряжении и перетренированности этот показатель приближается к 0. Как правило, показатели SDNN, RMSSD и pNN50% изменяются однонаправленно.

Стресс-индекс (SI) характеризует степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). Этот показатель вычисляется на основании анализа графика распределения кардиоинтервалов – вариационной пульсограммы. Преобладание центрального контура, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляется стабильным ритмом, уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов (MxDMn), увеличением одинаковых по длительности интервалов (рост AMo). При этом форма гистограмм изменяется, происходит их сужение с одновременным ростом высоты.

Этот показатель увеличивается с усилением тонуса симпатической нервной системы при физических и других стрессовых нагрузках. Даже небольшая нагрузка (физическая или эмоциональная) увеличивает SI в 1,5 – 2 раза, а при больших и экстремальных нагрузках он может увеличиваться в 5 – 10 и более раз.

У спортсменов в норме, в состоянии покоя низкие показатели SI (25-70 усл. ед.), а при перетренированности, перенапряжении и миграции водителя ритма SI резко уменьшается с 20 до 5 усл. ед.

Показатели спектрального частотного анализа

По спектральным оценкам рассчитываются показатели: TP, HF, LF, VLF и ULF мощности спектра.

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

Мощность высокочастотной составляющей спектра (дыхательные волны - HF). Активность симпатического отдела ВНС как одного из компонентов вегетативного баланса оценивают по степени торможения активности автономного контура регуляции, за который ответствен парасимпатический отдел. Частотный диапазон HF – волн равен 0,4-0,15 Гц, период 2,5-6,6 сек.

Вагусная активность является основной составляющей высокочастотного компонента. Это хорошо отражается показателем мощности дыхательных волн сердечного ритма в абсолютных цифрах (HF мс²) и в виде относительной величины (HF%) по отношению к суммарной мощности спектра.

Обычно дыхательная составляющая (HF) занимает 40-55% суммарной мощности спектра. Снижение этой доли указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела. Если же величина HF% падает ниже 20% или резко возрастает более 70%, то, соответственно, можно говорить о резком преобладании центральной или автономной регуляции. В этом случае существенно уменьшаются или увеличиваются временные показатели SDNN, RMSSD и pNN50. Однако, относительные величины спектральных показателей обязательно нужно соотносить с абсолютными, иначе можно дать ложную интерпретацию полученных данных.

Мощность низкочастотной составляющей спектра (LF). Этот показатель характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса. В норме чувствительные рецепторы синокаротидной зоны воспринимают изменения величины АД, и афферентная нервная импульсация поступает в сосудодвигательный (вазомоторный) центр продолговатого мозга. Здесь осуществляется афферентный синтез (обработка и анализ поступающей информации) и в сосудистую систему поступают сигналы управления (эфферентная нервная импуль-

сация). Этот процесс контроля сосудистого тонуса с обратной связью на гладкомышечные волокна сосудов осуществляется вазомоторным центром постоянно. Время, необходимое вазомоторному центру на операции приема, обработки и передачи информации, колеблется от 6,6 до 25 сек. Поэтому в ритме сердца можно обнаружить волны с частотой близкой к 0,15-0,04 Гц (6,6-25 сек), которые получили название вазомоторных. Обычно в норме процентная доля вазомоторных волн в положении "лежа" должна быть меньше, чем дыхательных волн, и составляет от 25 до 35%. Если вместо мощности дыхательных волн (HFmc^2) увеличивается мощность вазомоторных волн (LFmc^2), то это означает, что процессы регуляции АД осуществляются при участии неспецифических механизмов. У спортсменов довольно часто встречается увеличение LF волн в спектре.

Мощность "очень" низкочастотной составляющей спектра (VLF). Спектральная составляющая сердечного ритма в диапазоне 0,04–0,015 Гц (25–66 сек), по мнению многих зарубежных авторов, характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако в данном случае речь идет о более сложных влияниях со стороны надсегментарного уровня регуляции, поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга (Хаспекова Н.Б., 1996). В литературе по изучению ВСР показано, что мощность VLF-волн является чувствительным индикатором управления процессами метаболизма и хорошо отражает энергодефицитные состояния (Флейшман А.Н., 1999).

Высокий уровень VLF волн трактуется как гипердаптивное состояние, а сниженный уровень VLF – как энергодефицитное. Мобилизация энергетических и метаболических резервов при физических воздействиях может отражаться изменениями мощности спектра в VLF-диапазоне. При увеличении мощности VLF волн в ответ на нагрузку можно говорить о гипердаптивной реакции, при снижении VLF волн – о постнагрузочном энергодефиците. Несмотря на условный и во многом еще спорный характер подобной интерпретации изменений VLF, она может быть полезной при исследованиях как здоровых людей и спортсменов, так и пациентов с различными состояниями, связанными с нарушением метаболических, энергетических и психических процессов в организме. Шлык Н.И. (2007) показано резкое увеличение VLF при перетренированности и физическом перена-

пряжении у спортсменов. Пономарев С.Б. с соавт. (2008) установил резкое увеличение этого показателя у подростков, находящихся в заключении.

При выраженном преобладании центральных механизмов регуляции мощность VLF волн резко снижается.

Таким образом, VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипоталамическим и корковым уровнем (Баевский Р.М., 1999). В норме VLF волны соответствуют 6-15%. 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).

Ультранизкочастотные колебания (ULF) в диапазоне 0,015-0,003 Гц (66-333 сек) еще требуют серьезного исследования, и пока в литературе нет единого мнения о физиологической интерпретации их происхождения.

По данным спектрального анализа сердечного ритма вычисляются и другие показатели: а) индекс централизации – ИЦ ($IC = (HF+LF)/VLF$) и индекс вагосимпатического взаимодействия LF/HF .

Таблица 1

Перечень и физиологическая интерпретация основных показателей variability сердечного ритма

№ пп	Краткие обозначения показателей	Наименования показателей	Физиологическая интерпретация
1	ЧСС уд/мин	Частота сердечных сокращений	Средний уровень функционирования системы кровообращения
2	SDNN, мс	Стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов	Суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения
3	RMSSD, мс	Квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов	Активность парасимпатического звена вегетативной регуляции

Продолжение таблицы 1

4	pNN50, %	Число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве	Показатель степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим (относительное значение)
5	CV, %	Коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов	Нормированный показатель суммарного эффекта регуляции
6	MxDMn, мс	Разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов	Максимальная амплитуда регуляторных влияний
7	Mo, мс	Мода	Наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы
8	AMo50, %/50 мс	Амплитуда моды	Условный показатель активности симпатического звена регуляции
9	SI, усл.ед.	Стресс-индекс (Индекс напряжения регуляторных систем)	Степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными)
10	CC1	Значение первого коэффициента автокорреляционной функции	Степень активности автономного контура регуляции
11	CC0	Число сдвигов автокорреляционной функции до получения значения коэффициента корреляции меньше нуля	Степень активности центрального контура регуляции
12	Narr	Число аритмий	Нарушение ритма
13	TP, мс ²	Суммарная мощность спектра ВСР	Суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем
14	HF, мс ²	Значение суммарной мощности спектра высокочастотного компонента ВСР	Уровень активности парасимпатического звена вегетативной регуляции
15	LF, мс ²	Значение суммарной мощности спектра низкочастотного компонента ВСР	Уровень активности вазомоторного центра
16	VLF, мс ²	Значение суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента ВСР	Уровень активности симпатического звена вегетативной регуляции (преимущественно надсегментарных отделов)
17	ULF, мс ²	Значение суммарной мощности ультра низкочастотного компонента спектра	
18	HF, (%)	Мощность спектра высокочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	Относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции
19	LF, (%)	Мощность спектра низкочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний	Относительный уровень активности вазомоторного центра

20	VLF, (%)	Мощность спектра очень низкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний	Относительный уровень активности симпатического звена регуляции
21	ULF, (%)	Мощность спектра ультра низкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний	
22	LF/HF	Отношение значений низкочастотного и высокочастотного компонента ВСР	Относительная активность подкоркового симпатического нервного центра
23	IC	Индекс централизации	Степень централизации управления ритмом сердца (преобладание активности центрального контура регуляции над автономным)

Оценка результатов анализа ВСР при проведении функциональных проб

Специального внимания требует оценка результатов анализа ВСР при проведении функциональных нагрузочных проб. Данные результаты анализа ВСР при функциональных пробах представлены в многочисленных исследованиях. Однако методические подходы к трактовке полученных данных чрезвычайно разноречивы, поэтому этот вопрос требует дальнейшего изучения. При этом необходимо разработать отдельные методические инструкции по разным функциональным пробам.

Некоторые общие рекомендации по интерпретации показателей ВСР при функциональных пробах состоят в следующем:

1. Важнейшее значение имеет оценка функционального состояния организма (вегетативный баланс, степень напряжения регуляторных систем и т.д.) в исходном периоде (фон). Интерпретация данных на разных этапах функциональной пробы должна проводиться, прежде всего, путем сравнения с исходным состоянием.

2. Во всех функциональных пробах анализу подлежат только стационарные процессы. Переходные процессы между исходным состоянием и новым функциональным состоянием имеют различный характер и различную длительность при разных функциональных пробах. Выделение переходного процесса из общей записи и его

оценка должны проводиться специальными методами, что является одной из важных проблем функционального тестирования. Нередко именно в переходном процессе содержится наиболее ценная информация о состоянии регуляторных механизмов. Методы анализа переходных процессов в данных методических рекомендациях не рассматриваются, так как они до сего времени остаются мало изученными.

3. Под влиянием функциональных проб формируется новое функциональное состояние, которое не является устойчивым. Это особенно необходимо учитывать, анализируя динамику показателей ВСП, отражающих тонкие взаимосвязи между различными звеньями регуляторного механизма. Поэтому для оценки реактивности целесообразно выделять различные этапы функциональной пробы (фон, непосредственное воздействие и период восстановления).

4. При оценке показателей ВСП на разных этапах функциональной пробы рекомендуется оценивать не только их средние значения, но и динамику изменений, и синхронизацию этих изменений.

1.2. Оценка типа вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма

Вопрос о «внутренней неоднородности здоровой популяции» и разных типологических особенностях организма, связанных с различным уровнем биологического развития, поднимается давно. Представление о норме как среднестатистическом показателе сегодня не устраивает ни физиологов, ни клиницистов ввиду наличия индивидуальных особенностей организма, цикличности процессов, возрастнополовых и других различий.

Шлык Н.И. разработаны количественные и качественные критерии некоторых показателей ВСП для экспресс определения преобладающего типа регуляции сердечного ритма (автономного или центрального) (табл. 2). Согласно проведенным исследованиям (1991, 2003), важными критериями для экспресс-оценки состояния ВСП явились показатели R-R, SI, TP и VLF. Известно, что SI - отражает степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными), а компонент VLF спектра характеризует активность симпатического отдела ВНС, а также отражает влияние надсегментарного уровня регуля-

ции, психоэмоционального и функционального состояния коры головного мозга, и является чувствительным индикатором управления энерго-метаболическими процессами, хорошо отражает энергодефицитные состояния. Кроме того, этот показатель у человека в норме в состоянии покоя менее подвержен колебаниям по сравнению с другими составляющими спектра (HF и LF).

Целесообразность использования этих показателей для экспресс-оценки типологических особенностей ВСР и текущего состояния регуляторных систем у детей и спортсменов подтверждена в работах Гуштуровой И.В., (1994); Зюзюлькина Ю.С., (2002); Сапожниковой Е.Н., (2003); Жужгова А.П., (2003); Лавровой Н.Ю., (2003); Синяк Е.Д., (2003); Шумихиной И.И., (2005); Красноперовой Т.В., (2005); Кирилловой Т.Г., (2009); Семенова В.Г. с соавт., (2009) и др.

В таблице 2 указана градация показателей SI и VLF в зависимости от преобладающего типа регуляции сердечного ритма.

При использовании этих критериев в каждом возрасте было выделено 4 группы исследуемых с достоверными количественно-качественными различиями в показателях ВСР, характеризующих разную степень состояния и взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов ВНС, автономной и центральной регуляции сердечного ритма (табл. 2).

Исследуемые с умеренным (УПЦР) и выраженным (ВПЦР) преобладанием центральной регуляции сердечного ритма были отнесены, соответственно, к I и II группам, а с умеренным (УПАР) и выраженным (ВПАР) преобладанием автономной регуляции – к III и IV группам. Необходимо подчеркнуть, что трактовка показателей ВСР внутри каждой группы должна быть связана с учётом возраста, исходного фона регуляторных систем, состояния здоровья, психоэмоциональных нагрузок, тренированности организма, места проживания и других факторов.

Оценка функционального состояния регуляторных систем организма у здоровых людей по данным ВСР (Шлык Н.И., 2003)

Тип регуляции сердечного ритма	Группа	Критерии отбора в группы		Отличительные особенности показателей ВСР в зависимости от преобладающего типа регуляции	Интерпретация полученных данных ВСР
		SI (усл. ед.)	VLF (мс ²)		
ЩР	I	>100	>240	Малые значения R-R, MxDMn, MxRMn кардиоритма, RMSSD, SDNN, pNN50. Большие значения AMO50, AMO7.8, SI. Умеренно низкие величины D и TP, преобладание LF-волн над HF, VLF, ULF-волнами в спектре. Относительное содержание VLF% и ULF% по сравнению с другими группами высокое. Характерный тип спектра (LF>HF>VLF>ULF).	Умеренное преобладание симпатической и центральной регуляции сердечного ритма, снижение активности автономного контура регуляции. Умеренное напряжение регуляторных систем организма.
	II	>100	<240	Еще более малые значения R-R, MxDMn, MxRMn, RMSSD, PNN50%, SDNN, CV, D. Малая суммарная площадь спектра (TP). Большие значения AMO50, AMO7.8, SI. Низкие абсолютные значения волновой структуры спектра и особенно VLF по сравнению с I группой. При этом типе регуляции необходимо применение ортостатического тестирования.	Выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма. Резкое увеличение активности центральной регуляции над автономной. Сниженное функциональное состояние регуляторных систем. Состояние вегетативной дисфункции. У спортсменов может отражать состояние выраженного утомления, перетренированности. А у спортсменов высокого класса в короткий предсоревновательный период может отражать пик спортивной формы.

Продолжение таблицы 2

ПАР	III	>25 и <100	>240	Умеренно увеличенные показатели R-R, MxDMn, RMSSD, PNN50%, SDNN, CV, D. Малые значения SI, AMO50, AMO7.8. Умеренно высокие абсолютные значения TP, HF, LF. Умеренное преобладание HF% над LF% волнами. У спортсменов могут преобладать LF, VLF, ULF, что требует особой трактовки состояния и регуляции. Характерные типы спектров (HF>LF>VLF>ULF) (HF>LF>ULF>VLF).	Умеренное преобладание парасимпатической активности. Оптимальное состояние регуляторных систем организма. У спортсменов отражает нормальный уровень тренированности. Для спортсменов высокого класса (III группа) может быть показателем недостаточной тренированности.
	IV	<25	>500 TP> 8000- 10000	Выраженное увеличение R-R, MxDMn, MxRMn - кардиоинтервалов. Многофокусный ритм на фоне миграции водителя ритма, особенно часто встречается у спортсменов. Очень большие значения RMSSD, PNN50, SDNN, CV, D. Очень малые значения LF/HF, IC, AMO50, CC0, SI. Большие значения TP (больше 8000-10000 мс ²), HF, LF, VLF, ULF волн. Резкое преобладание HF% над LF% – волнами. Самые низкие относительные показатели VLF% и ULF% по сравнению с другими группами. У спортсменов встречается выраженное увеличение абсолютных значений мощности LF, VLF, ULF волн и их преобладание над HF волнами. Характерные типы спектров: HF>LF>VLF>ULF; VLF>HF>LF>ULF; LF>HF>VLF>ULF и др. требуют соответствующей трактовки	Выраженное преобладание парасимпатического отдела ВНС над симпатическим. Этот тип регуляции может иметь как патологический, так и физиологический характер. У спортсменов этот тип регуляции может иметь «физиологический» характер при условии динамических наблюдений за ВСР с использованием ортостатической пробы. А также может отражать состояние переутомления, перенапряжения, перетренированности или различные дисфункции синусового узла и нарушение ритма и проводимости. Или наоборот, отражать высокий уровень тренированности у спортсменов высокого класса. У спортсменов-новичков наличие IV группы свидетельствует о необоснованном форсировании физических нагрузок и выраженном утомлении.

Важно понять, что усреднение показателей ВСР у исследуемых с разными преобладающими типами регуляции ведет к ложной интерпретации полученных результатов ВСР и, как следствие, к дискредитации этого метода (Шлык Н.И., 1992).

Часть II. Вариабельность сердечного ритма у детей и подростков с разными типами вегетативной регуляции

Глава 2. Вариабельность сердечного ритма у младших школьников с разными преобладающими типами вегетативной регуляции

Риск перенапряжения организма особенно велик у детей от 7 до 11 лет. Низкий уровень функциональной надёжности организма у младших школьников связан, с одной стороны, с длительной гипоксией и «школьным стрессом», а с другой – с недостаточной зрелостью систем вегетативного обеспечения и механизмов их регуляции.

Ранее проведенными нами исследованиями ВСР у детей от 2 до 6 лет установлено, что на первых этапах развития человека ведущую роль играет скорость созревания регуляторных систем. Сформировавшийся к данному возрасту тип регуляции (центральный или автономный) определяет почти все проявления жизнедеятельности ребёнка. Определение преобладающего типа регуляции сердечного ритма позволяет прогнозировать адаптивные возможности организма и управлять здоровьем. Невозможна правильная интерпретация физиологической зрелости организма в конкретном возрастном периоде без учёта функционального состояния и уровня развития регуляторных систем (Шлык Н.И., 1991).

Анализ ВСР проводился у 442 школьников 7-11 лет. Из них у 117 одних и тех же учащихся анализ ВСР проводился в течение трех и пяти лет.

2.1. ВСР у школьников 7-11 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции

Анализ ВСР у детей в возрасте 7 лет был проведен у 74 школьников, из них у 11 (14,9%) выявлено умеренное преобладание центральной регуляции (УПЦР) сердечного ритма (I группа).

У этих детей в покое значения ЧСС колебались от 85 до 106 уд. в мин. ($S=92,4\pm 2,6$), разброс R-R интервалов варьировался от 708 до 568 мс, ($S=656\pm 18,4$), размах ($MxDMn$) R-R - от 249 до 306 мс ($S=263,5\pm 21$), RMSSD - от 21 до 33 мс ($S=25,4\pm 2,8$), pNN50 - от 2,5 до

16% ($S=6,3\pm1,8$), CV - от 4,4 до 8,9% ($S=6,4\pm0,4$), SI - от 100 до 275 усл. ед. ($S=158,3\pm20,7$).

Было установлено: чем меньше значения MxDMn и pNN50 и больше SI, тем ниже показатели суммарной мощности спектра (TP) и абсолютные значения волновой структуры спектра (HF, LF, VLF, ULF). Значения TP колебались в пределах от 890,7 до 2478,6 мс² ($S=1847\pm203,7$), HF - от 236,6 до 950 мс² ($S=520,7\pm94$), LF - от 341,2 до 1423 мс² ($S=767,6\pm84,8$), VLF - от 275 до 1041 мс² ($S=390,5\pm69,3$), и ULF - от 66 до 392 мс² ($S=169,2\pm34,7$).

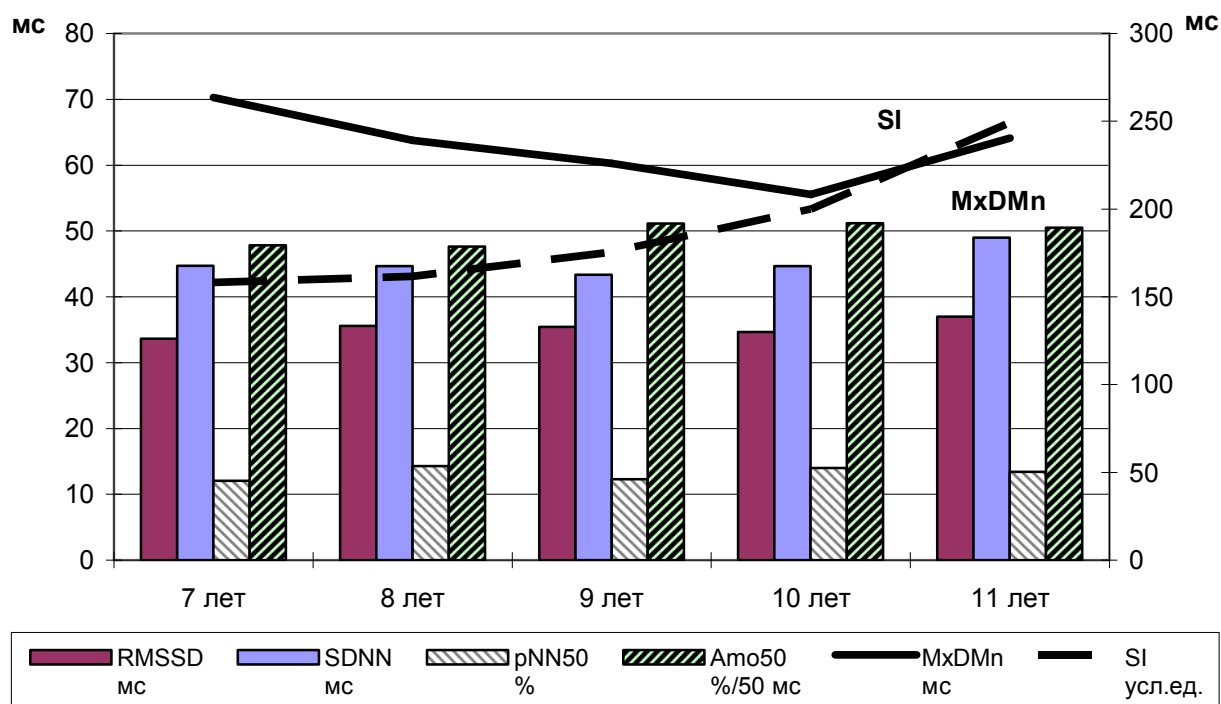


Рис.1. Возрастная динамика временных показателей ВСП у детей с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа)

Таким образом, структура спектра у детей с умеренным преобладанием центральной регуляции имеет сниженную суммарную мощность спектра (TP) и умеренно сниженную суммарную мощность волн HF, LF, VLF, ULF (табл. 4).

В норме вагусная активность является основной составляющей высокочастотного компонента. Это хорошо отражается показателем суммарной мощности дыхательных волн сердечного ритма в абсолютных цифрах (HF, мс²) и в виде относительной величины (HF%).

В норме дыхательная составляющая (HF) занимает 40-55% суммарной мощности спектра. Уменьшение этой доли в спектре указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания цен-

тральной регуляции. Если же величина HF% уменьшается до 20% и ниже или резко возрастает более 60%, то можно говорить о выраженном преобладании центральной или автономной регуляции сердечного ритма (Баевский Р.М., 1987).

В нашем случае у 7-летних детей с умеренным преобладанием центральной регуляции в 82% случаев выявлен характерный тип спектра ($LF > HF > VLF > ULF$), когда суммарная мощность вазомоторных ($LF, \text{мс}^2$) волн преобладает над дыхательными ($HF \text{ мс}^2$) (рис. 2).

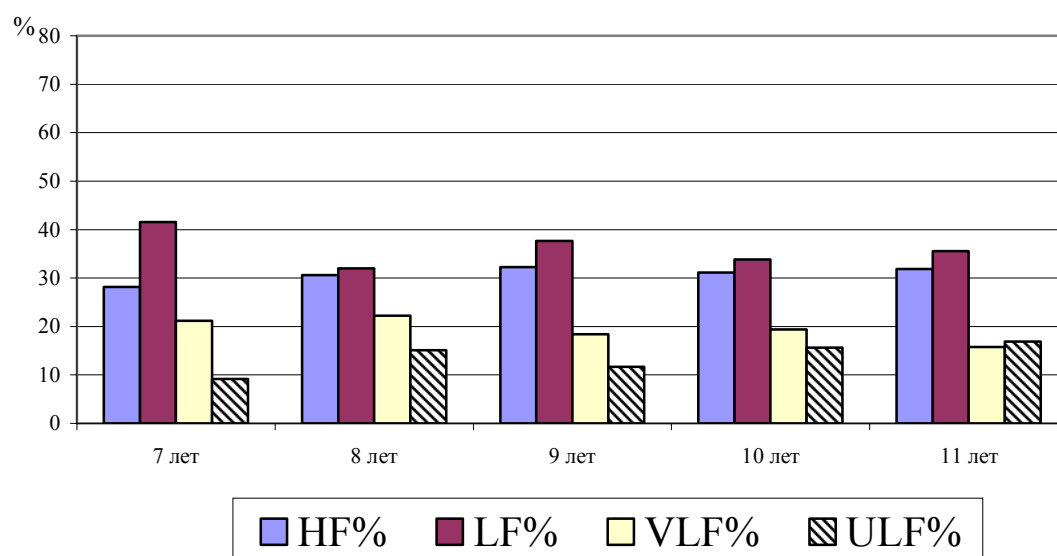


Рис. 2. Характерные особенности относительных значений составляющих спектра ВСП у детей с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа)

При этом суммарная мощность спектра в низкочастотном диапазоне ($LF\%$) в процентном отношении ко всему диапазону спектра варьировалась от 32,0% до 57,4% ($S=41,5 \pm 2,4$), а относительные высокочастотные показатели ($HF\%$) волн – от 9,5% до 38% ($S=28,3 \pm 3,5$). Это означает, что процессы регуляции артериального давления (АД) осуществляются при участии неспецифических механизмов, что может быть первым сигналом к нарушению гемодинамики. В работах Шлык Н.И. (1991), Гуштуровой И.В. (1994) было показано, что у детей 6-7 лет с преобладанием центральной регуляции сердечного ритма кровообращение отличается менее экономным режимом работы сердца в покое, по сравнению со сверстниками с умеренным преобладанием автономной регуляции.

У первых больше ЧСС, меньше УО, МОК, мощность сердечных сокращений и слабее интенсивность кровоснабжения как центральных, так и периферических отделов тела (рис. 3).

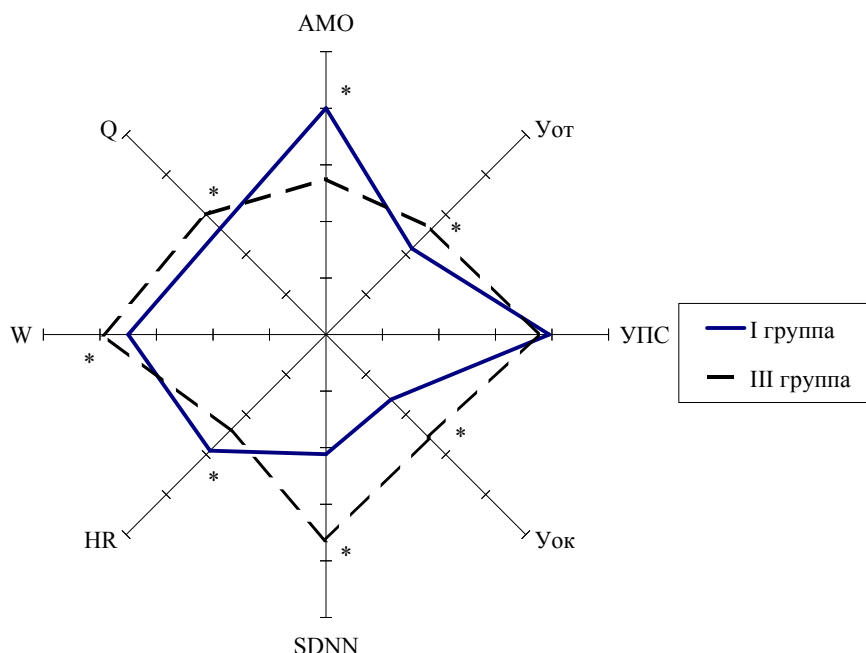


Рис. 3. Показатели гемодинамики и ВСП у детей 7 лет с умеренным преобладанием центральной (I группа) и автономной (III группа) регуляции сердечного ритма в покое

Умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма у исследуемых данной группы можно оценить как временный процесс в том случае, если при повторных исследованиях показатели симпатической активности изменяются в сторону их уменьшения, а показатели спектральной мощности увеличиваются. И следует оценивать как постоянный (стационарный) процесс тогда, когда при повторных записях ВСП показатели АМО, SI остаются высокими, а волновая структура спектра (HF, LF, VLF и ULF) неизменно низкой.

Нами выявлено, что при повторных записях ВСП у одних и тех же школьников с умеренным ПЦР в 80% случаев тип регуляции сохраняется, что является показателем устойчивого умеренного напряжения центральных регуляторных систем.

У некоторых детей при первичной записи ВСП, по сравнению с повторной, на фоне психоэмоционального напряжения проявляется избыточная активация симпатико-адреналовой системы (табл. 3).

Из результатов анализа ВСП видно, что ЧСС и показатели MxDMn, RMSSD, pNN50, SI, VLF при первом исследовании указы-

вают на более выраженное напряжение регуляторных систем, по сравнению с повторным.

Таблица 3

Показатели ВСР у исследуемой С.К. в возрасте 7 лет в положении лежа при первичном и повторном исследованиях

Показатели	Исследование	
	1	2
ЧСС, уд/мин	98	90
R-R, мс	615	664
MxDMn, мс	224	273
RMSSD, мс	32	44
pNN50, %	7,3	16,7
CV, %	6,5	7,5
AMo50, %/50 мс	51,2	40,8
SI, усл. ед.	187	116
TP, мс ²	1610,7	2863,9
HF, мс ²	452,7	1090,7
LF, мс ²	703,9	1254,2
VLF, мс ²	386,2	305,8
ULF, мс ²	67,8	213,2
HF, %	28	38
LF, %	44	44
VLF, %	24	11
ULF, %	4	7

Следовательно, важно учитывать, что при первичных записях ВСР у большинства исследуемых отмечается реакция на сам процесс исследования (аппаратуру, помещение, исследователя), при этом у них учащается ЧСС, уменьшаются значения R-R, разброс (MxDMn) кардиоинтервалов, pNN50%, происходит уменьшение суммарной мощности спектра (TP), значительно понижается мощность дыхательных (HF), вазомоторных (LF) и ультранизкочастотных (ULF) волн, увеличивается SI.

Следовательно, эти данные подтверждают влияние психоэмоциональной нагрузки на изменение показателей ВСР. Важно отметить, что при повторной записи сохраняется преобладание и абсолютных, и относительных значений LF волн в спектре.

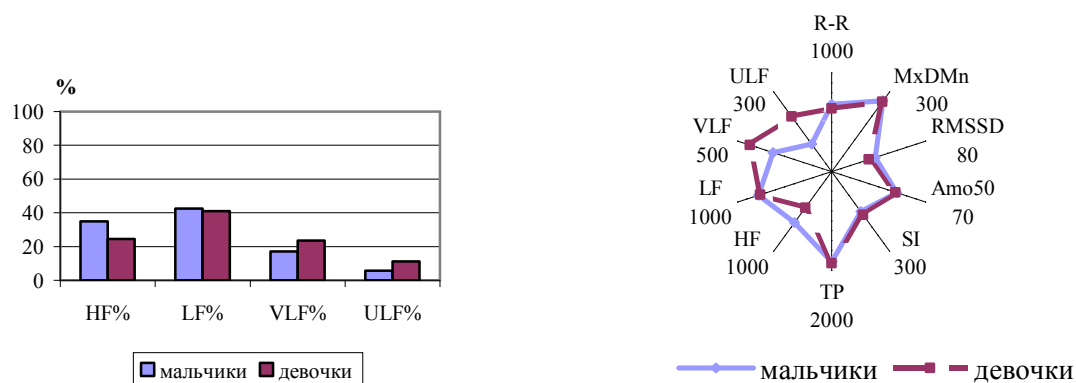


Рис. 4. Гендерные различия показателей ВСП у детей 7 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа)

При гендерном анализе ВСП в 7-летнем возрасте у мальчиков выявлена тенденция к увеличению HF, LF волн и снижению VLF и ULF волн спектра (рис. 4).

В 8-летнем возрасте анализ ВСП проведен у 71 школьника, из них 12 детей (17%) имели умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (I группа). При сравнении показателей ВСП у этой и предыдущей возрастной группы с одинаковым преобладающим типом регуляции сердечного ритма не выявлено достоверных различий (табл. 4).

Разброс основных показателей ВСП в этой группе составил: R-R кардиоинтервалов - от 568 до 743 мс ($S=654\pm13,0$), MxDMn - от 173 до 277 мс ($S=232,4\pm10,1$), SDNN - от 36 до 49 мс ($S=44,6\pm1,5$), AMO50 - от 37,7 до 57,9 %/50 мс ($S=47,6\pm1,3$), SI - от 114 до 220 усл. ед. ($S=160,1\pm21$), TP - от 1052 до 2625 мс² ($S=1899\pm154$), HF - от 280 до 701 мс² ($S=565,4\pm68$), LF - от 331,4 до 1014 мс² ($S=591,7\pm70,5$), VLF - от 290,5 до 547,4 мс² ($S=410,9\pm29,6$), ULF - от 161 до 573 мс² ($S=278,6\pm37,8$), HF% - от 19,9 до 35,3% ($S=30,5\pm2,1$), LF% - от 28,8 до 41% ($S=32,2\pm1,9$), VLF% - от 13,9 до 30,9% ($S=22,1\pm2,0$), ULF - от 7,5 до 24,3% ($S=15,1\pm1,8$). Характерный тип спектра в 70% случаев имел преобладание LF волн (LF>HF>VLF>ULF).

Таблица 4

Показатели ВСР у детей от 7 до 11 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа) ($M \pm m$)

	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	Amo50 %/50 мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
7 лет	92,4	656	263,5	33,6	47,8	158,3	1847,4	520,7	767,0	390,5	169,2	28,2	41,5	21,1	9,2
	±2,6	±18,4	±21,0	±2,8	±3,4	±27,6	±203,7	±94,9	±115,9	±69,3	±34,7	±3,5	±2,4	±2,7	±1,3
8 лет	92,1	654	239,2	35,6	47,6	160,1	1846,1	565,4	591,0	410,9	278,8	30,6	32,0*	22,3	15,1*
	±1,6	±13,0	±10,3	±2,8	±2,2	±12,4	±173,1	±90,0	±93,2	±37,8	±50,0	±4,0	±2,5	±2,8	±2,4
9 лет	89,3	674	226	35,5	51,1	175,0	1894,0	611,3	712,8	349,0	221,2	32,3	37,6	18,4	11,7
	±1,9	±14,6	±9,9	±1,8	±1,9	±15,8	±143,3	±53,2	±100,7	±28,6	±32,9	±2,9	±2,7	±1,2	±1,6
10 лет	87,7	699,6	208,3	34,7	51,2	200,0	1762,0	548,9	596,3	341,3	275,4	31,2	33,8	19,4	15,6
	±5,1	±37,9	±19,8	±5,5	±3,5	±40,8	±260,2	±132,6	±140,1	±30,7	±94,2	±5,7	±4,5	±3,0	±4,3
11 лет	90,9	656,8	240,4	37	50,5	164,0	2193,0	698,0	779,0	346,0	370,0	31,8	35,5	15,8	16,9
	±2,6	±17,6	±19,5	±3,9	±7,6	±84,2	±315,4	±124,2	±105,1	±56,6	±78,2	±2,0	±2,5	±2,0	±2,0

* - достоверные различия показателей по сравнению с предыдущим возрастом при $P < 0,05$.

Также в этом возрасте не установлено достоверных гендерных различий в показателях ВСР (рис. 5).

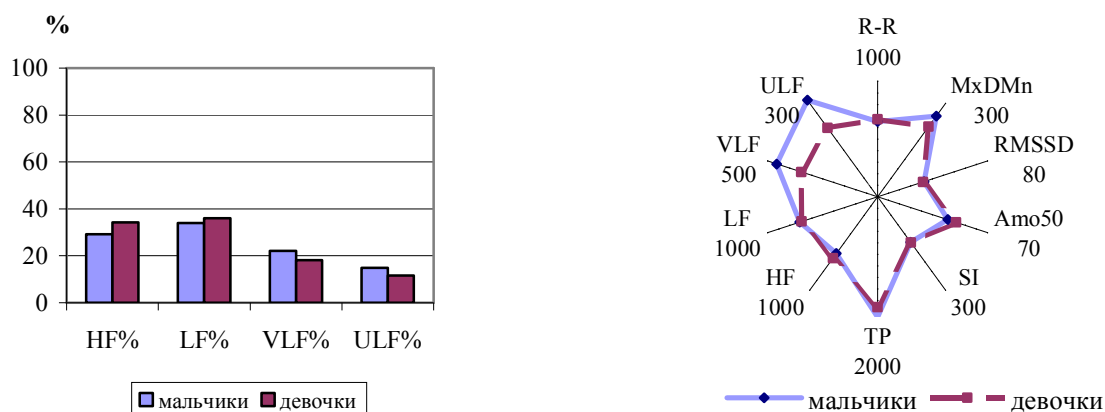


Рис. 5. Гендерные различия показателей ВСР у детей 8 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа)

В 9-летнем возрасте анализ ВСР проведён у 50 школьников, из них у 11 детей (18%) выявлено умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма.

В этом возрасте, по сравнению с предыдущим, отмечалось урежение ЧСС, увеличение R-R-интервалов, повышение показателей АМО50, SI, HF, LF и снижение значений VLF и ULF спектра. Стоит отметить, что эти возрастные изменения не имели достоверных различий (табл. 4).

В возрасте 9 лет внутригрупповой разброс основных показателей ВСР составил: R-R от 594 до 724 мс ($S=674\pm16$), MxDMn от 175 до 281 мс ($S=226\pm9,9$), RMSSD от 27 до 38 мс ($S=35,5\pm1,8$), CV от 5,4 до 7,7% ($S=6,4\pm0,3$), АМО50 от 41 до 59,9%/50 мс ($S=51,5\pm1,9$), SI от 109 до 270 усл. ед. ($S=175\pm15,8$), TP от 1401 до 2400 мс² ($S=1894\pm143,3$), HF от 292 до 793 мс² ($S=611,3\pm53,2$), LF от 531 до 1122 мс² ($S=712,8\pm100$), VLF от 307 до 537 мс² ($S=349\pm28,6$), ULF от 238 до 330 мс² ($S=221,2\pm32$), HF% от 19,4 до 40% ($S=32,2\pm2,9$), LF% от 23,5 до 47,9% мс² ($S=37,6\pm2,7$), VLF% от 11,7 до 25% ($S=18,4\pm1,2$), ULF% от 4 до 17,4% ($S=11,8\pm1,6$).

Характерный тип спектра в этом возрасте в 64% случаев был, когда $LF > HF > VLF > ULF$.

Существенных гендерных различий в показателях ВСР в этой возрастной группе также не установлено (рис. 6).

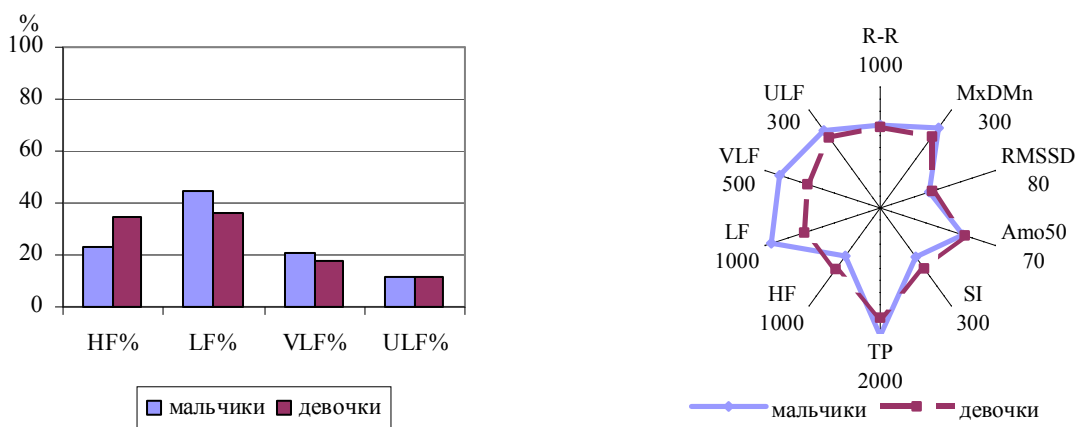


Рис. 6. Гендерные различия показателей ВСР у детей 9 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа)

Из 60 обследованных детей в возрасте 10 лет у 14 (23%), по данным ВСР, выявлено умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (I группа). В этом возрасте, по сравнению с предыдущим, меньше значения R-R и разброс кардиоинтервалов (MxDMn), больше SI, ниже показатели суммарной площади спектра (TP) и суммарной мощности абсолютных и относительных значений дыхательных (HF, HF%) и вазомоторных (LF, LF%) волн. При этом относительные показатели VLF% и ULF% были выше. Однако достоверных изменений в показателях ВСР между детьми 9 и 10-летнего возраста не установлено. Достоверными изменения были лишь в показателях HFmx ($t=2,8$, $P<0,05$), LFmx ($t=2,5$, $P<0,05$), VLFmx ($t=2,8$, $P<0,05$).

Разброс основных показателей ВСР в 10-летнем возрасте составил: R-R - от 553 до 788 мс ($S=699,6\pm37,9$), MxDMn - от 156 до 290 мс ($S=208,3\pm19,8$), RMSSD - от 18 до 48 мс ($S=34,7\pm5,5$), pNN50 - от 6 до 22% ($S=14,0\pm4,5$), CV - от 5 до 8% ($S=6,4\pm0,4$), AMO50 - от 40 до 63,6 %/50 мс ($S=51,2\pm3,5$), SI - от 94,0 до 370 усл. ед. ($S=200\pm40,8$), TP - от 988,8 до 2100 мс² ($S=1761\pm260,2$), HF - от 182 до 790 мс² ($S=548,9\pm132,6$), LF - от 368 до 1070 мс² ($S=596,3\pm140$), VLF - от 299 до 475 мс² ($S=341\pm30,7$), ULF - от 160 до 500 мс² ($S=275,4\pm94,2$).

Основной тип спектра в этом возрасте в 74% случаев представлял: LF>HF>VLF>ULF. При гендерной оценке ЧСС и показателей ВСР установлено, что у девочек в этом возрасте чаще ЧСС в среднем на 10,8% ($P>0,05$), меньше значения R-R, больше показатели SI на 15,6% ($P>0,05$), и показатели спектральной функции TP, HF, LF и VLF ($P>0,05$) (рис. 7).

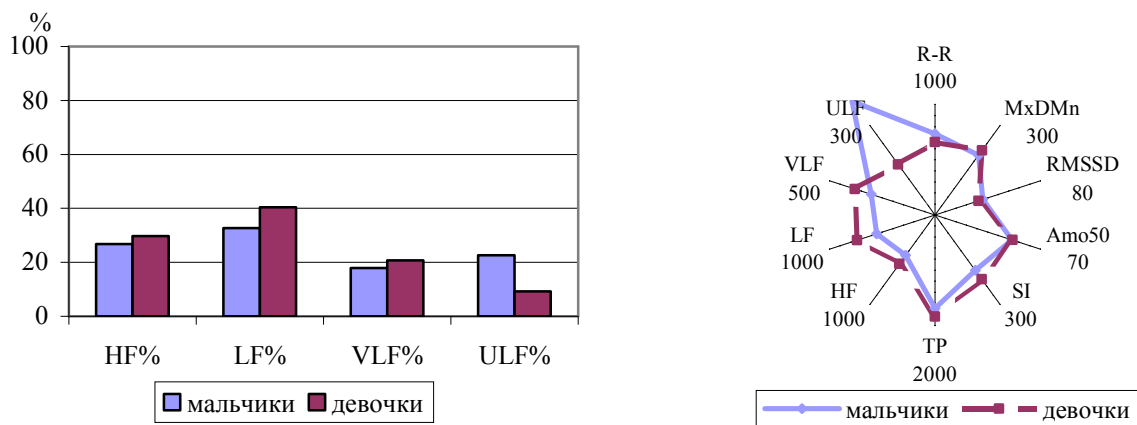


Рис. 7. Гендерные различия показателей ВСП у детей 10 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа)

При анализе ВСП у 64 школьников 11-летнего возраста 13% детей имели умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (I группа). В этом возрасте, по сравнению с предыдущим, в среднем больше показатели R-R и разброс (MxDMn) кардиоинтервалов, меньше SI (на 18%), больше суммарная мощность спектра TP (на 24,5%) и абсолютные значения HF (на 27,2%), LF (на 30,7%), VLF (на 1,3%) и ULF (на 34,4%) волн. Как и в предыдущих возрастных группах 7, 8, 9 и 10 лет, в 11-летнем возрасте в медленно-волновой структуре спектра преобладали вазомоторные волны (LF) над дыхательными (HF). В 11-летнем возрасте внутригрупповой разброс основных показателей ВСП составил: R-R - от 613 до 679 мс ($S=656,8 \pm 17,6$), MxDMn - от 117 до 270 мс ($S=240 \pm 19,5$), RMSSD - от 19 до 39 мс ($S=37 \pm 3,9$), AMO50 - от 40 до 58 %/50 мс ($S=50,2 \pm 7,6$), SI - от 111 до 230 усл. ед. ($S=164 \pm 32,2$), TP - от 770 до 2066 мс² ($S=2193 \pm 201$), HF - от 169 до 1158 мс² ($S=698 \pm 124$), LF - от 279 до 1197 мс² ($S=779 \pm 105$), VLF - от 240 до 629 мс² ($S=346,7 \pm 56$), ULF - от 101 до 252 мс² ($S=370,1 \pm 78$).

Относительное содержание волн в спектре составляло: HF – 31,8%, LF – 35,5%, VLF – 15,7% и ULF – 17%. Как и в предыдущих возрастных группах, в 70% случаев сохранялся характер спектра: LF>HF>ULF>VLF.

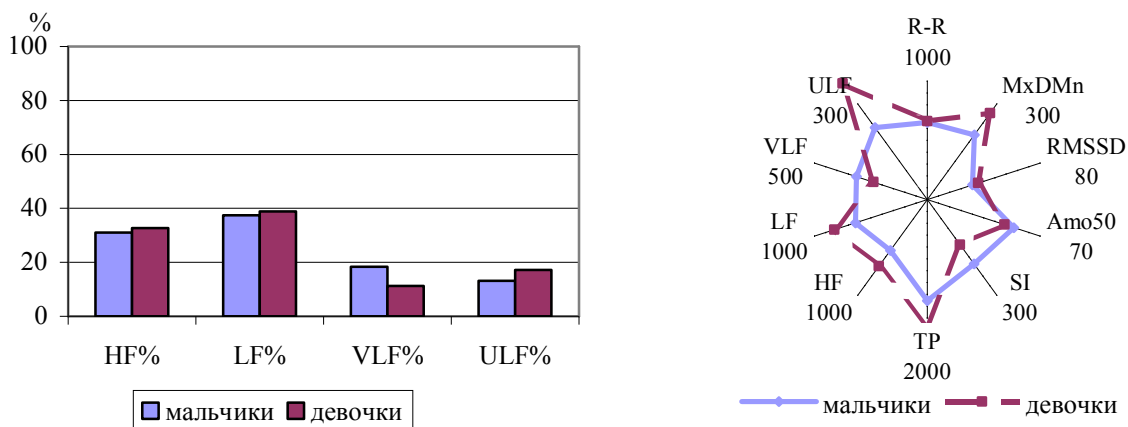


Рис. 8. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 11 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа)

При сравнении данных ВСР у мальчиков и девочек 11 лет установлено, что у девочек менее напряжены кардиорегуляторные системы, чем у мальчиков, однако достоверных различий в показателях ВСР не выявлено.

Таким образом, анализ ВСР у 323 младших школьников в возрасте от 7 до 11 лет позволил выявить, что у 56 детей (17,4%) имеется умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (I группа). Нами установлено, что с увеличением возраста у этих детей изменения в показателях ВСР и волновой структуре спектра носят колебательный характер. При анализе возрастной динамики ВСР от 7 к 11 годам не происходит существенных изменений в показателях ВСР (рис. 9, 10). Следовательно, умеренное напряжение центральных регуляторных систем сохраняется.

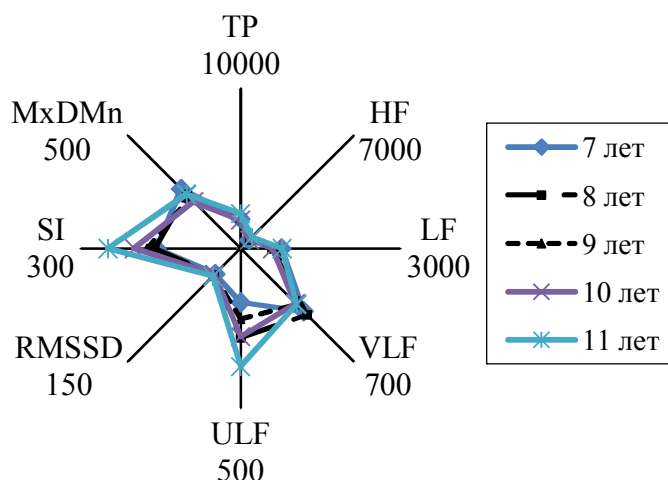


Рис. 9. Показатели ВСР у детей 7-11 лет с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа)

В это же время необходимо отметить, что с увеличением возраста от 7 до 11 лет у детей первой группы выявлены колебательные процессы в изменении активности парасимпатического и симпатического отделов ВНС.

Так, от 7 к 8 годам показатели, отражающие состояние парасимпатического отдела ВНС (RMSSD и SDNN), имеют тенденцию к увеличению, а показатели AMo50% и SI, характеризующие симпатическую активность, – к уменьшению. В возрасте от 9 до 10 лет значения RMSSD и SDNN вновь понижаются, т.е. снова приближаются к уровню 7 лет, а значения AMo50% и SI возрастают. У девочек значения RMSSD и SDNN во все возрастные периоды больше, а AMo50% и SI меньше, чем у мальчиков, за исключением 10-летнего возраста. Однако достоверных гендерных различий в этих показателях ВСР не установлено. На рисунках 10, 11 показано, что у детей этой группы – независимо от возраста и пола – LF волны преобладают над HF волнами.

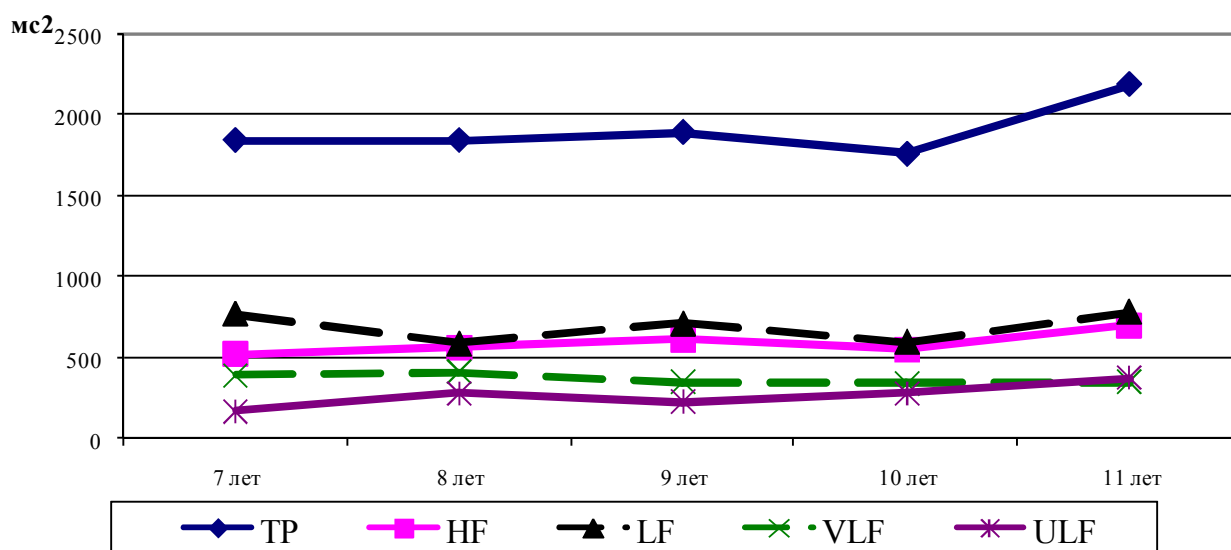


Рис. 10. Возрастные изменения медленно-волновой структуры спектра ВСР у детей с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа)

Таким образом, у детей с данным типом регуляции с увеличением возраста от 7 до 11 лет показатели вариабельности сердечного ритма не претерпевают существенных изменений, что является показателем устойчивого умеренного напряжения систем, регулирующих ритм сердца (рис. 10, 11).

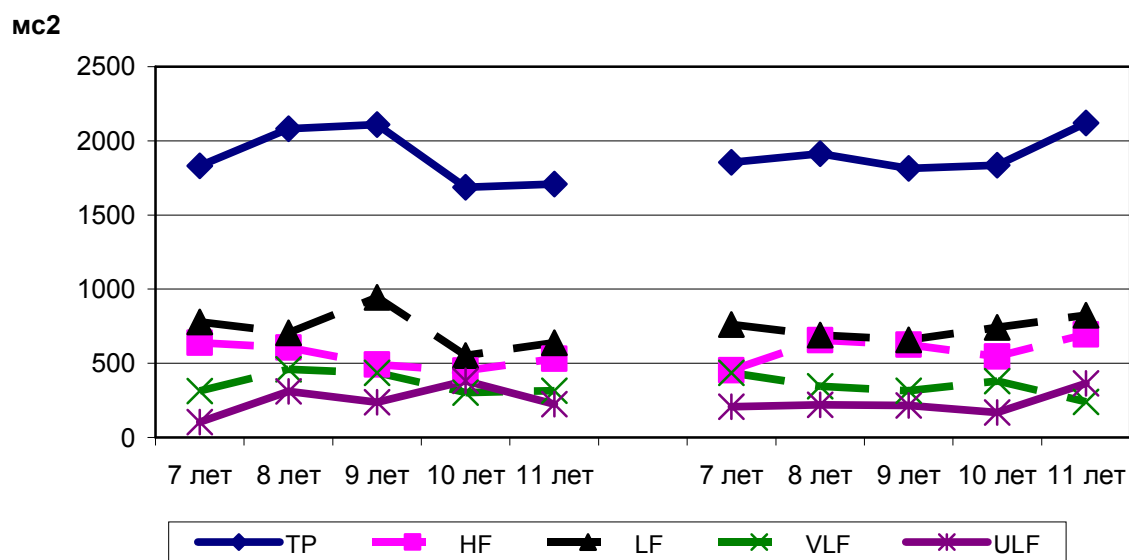


Рис. 11. Гендерные изменения медленно-волновой структуры спектра у детей с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа)

Возникает вопрос, с чем связано в этом возрасте у детей I группы преобладание централизации сердечного ритма: опережением созревания симпатического отдела ВНС или, наоборот, отставанием в развитии парасимпатического отдела ВНС, или генетической детерминированностью усиленной активности центральной регуляции?

С этой целью нами были проведены динамические исследования ВСР у одних и тех же детей в течение трех и пяти лет.

Чтобы подтвердить характер (временный или постоянный) сохранения напряжения центральных структур управления сердечным ритмом у детей I группы, сотрудниками лаборатории Сапожниковой Е.Н. (2003), Лавровой Н.Ю., Синяк Е.Д. (2003) были проведены динамические исследования ВСР у 217 детей младшего школьного возраста, проживающих в разных городах России.

Так, при изучении ВСР у 123 одних и тех же школьников в возрасте от 7 до 11 лет в городе Ижевске Сапожниковой Е.Н. установлено, что 27 детей (22%) имели умеренное преобладание центральной регуляции, которое сохранялось у 74% детей при ежегодных повторных исследованиях ВСР в течение всех 4 лет.

Таблица 5

**Динамика показателей ВСР у одних и тех же детей от 7 до 11 лет
с умеренным преобладанием центральной регуляции ($M \pm m$)**

Возраст	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²
7 лет	649,6 ±19,3	254,0 ±19,3	32,4 ±2,6	175,9 ±28,5	1862,8 ±191,0	583,3 ±83,6	773,0 ±98,4	393,0 ±56,4	171,5 ±22,8
8 лет	650,0 ±13,2	244,0 ±26,6	34,6 ±3,7	166,7 ±16,4	1989,5 ±163,6	578,9 ±76,3	672,5 ±88,3	435,6 ±39,4	302,4* ±44,1
9 лет	668,0 ±15,4	231,0 ±16,0	34,0 ±2,8	181,1 ±31,0	1854,6 ±201,8	556,4 ±67,0	704,8 ±111,3	458,0 ±68,1	261,5 ±30,9
10 лет	689,0 ±28,0	260,0 ±21,5	35,8 ±3,1	171,3 ±27,8	1980,7 ±187,3	594,2 ±89,3	673,4 ±96,7	396,2 ±42,7	316,9 ±81,4
11 лет	660,3 ±18,9	248,0 ±12,4	33,4 ±2,7	182,9 ±34,1	1945,0 ±241,4	590,4 ±53,4	698,2 ±101,4	311,2 ±47,3	245,2 ±71,3

* - достоверные различия с показателями предыдущего года исследований ($P < 0,05$).

Исследования типологических особенностей состояния регуляторных систем по данным анализа ВСР были также проведены в городе Чайковском Лавровой Н.Ю. и Синяк Е.Д. (2002). Ими изучена динамика ВСР у 94 одних и тех же детей, начиная с 7-летнего возраста, в течение трех лет. При анализе ВСР у 34% школьников выявлено умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма. Для этих школьников характерна умеренно высокая активность симпатического отдела ВНС и центральной регуляции, которая сохранялась в течение 3-х лет исследований. Авторами подтверждено, что с увеличением возраста наблюдается колебательный характер созревания кардиорегуляторных механизмов, что согласуется с данными изучения ВСР у детей дошкольного и школьного возраста (Шлык Н.И., 1991; Сапожникова Е.Н., 2000). Показано, что у детей от 7 до 8 лет увеличивается активность центральной регуляции, а с 9 до 10 лет – автономной регуляции сердечного ритма. Сохранение у 80% детей умеренного преобладания центральной регуляции сердечного ритма в течение 3-х лет исследований можно рассматривать как устойчивое преобладание центральных структур регуляции сердечного ритма. В этом случае, можно вести речь о замедленном созревании парасимпатической регуляции, сниженных функциональных и приспособительных возможностях организма в результате постоянного функцио-

нального напряжения систем, регулирующих ритм сердца, у детей данной группы. Таким образом, динамические исследования ВСР у одних и тех же детей подтвердили наличие данного типа регуляции сердечного ритма.

2.2. Анализ ВСР у школьников 7-11 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции

Участие ВНС обнаруживается при физиологическом анализе эмоциональных реакций у ребенка, чем бы они ни были вызваны. Проявление эмоциональных состояний может объясняться как непосредственным влиянием симпатического отдела ВНС, так и действием адреналина, содержание которого возрастает в крови при эмоциях. Адреналин, выделяемый при эмоциях надпочечниками, действуя на ретикулярную формацию, увеличивает и удлиняет возбуждение симпатической нервной системы. Лимбическая система и гипоталамус обеспечивают возникновение адекватных изменений вегетативных функций при различных степенях состояния напряжения. Гипоталамус, регулируя функции симпатического и парасимпатического отделов ВНС и секреторные функции эндокринных желез, координирует вегетативное обеспечение всех сложных реакций организма. В свою очередь, деятельность гипоталамуса контролируется высшими отделами ЦНС, подкорковыми ядрами, мозжечком и корой больших полушарий, с которыми гипоталамус связан как прямыми нервными путями, так и через ретикулярную формацию мозгового ствола.

При анализе ВСР у 442 школьников младшего возраста у 117 (26,5%) выявлено выраженное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (II группа).

Для этих детей характерны повышенная ЧСС, малые значения R-R и разброс ($MxDMn$) кардиоинтервалов, большие значения $AMO50$ и SI (>150 усл. ед.), малые значения суммарной мощности спектра (TP) и его составляющих HF, LF, особенно, VLF волн (<240 мс²) (табл. 6).

При анализе ВСР 74 школьников 7 лет у 21 (28,4%) выявлено выраженное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (II группа).

Таблица 6

**Показатели ВСР у детей в возрасте от 7 до 11 лет с выраженным преобладанием
центральной регуляции (II группа) ($M \pm m$)**

Возраст	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	Amo50 %/50 мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
7 лет	94,3	640,0	222,5	32,4	54,4	209,0	1302,6	525,9	456,2	165,0	155,9	40,3	35,0	12,7	12,0
	$\pm 1,7$	$\pm 12,0$	$\pm 12,2$	$\pm 2,1$	$\pm 2,2$	$\pm 17,3$	$\pm 89,6$	$\pm 65,7$	$\pm 41,0$	$\pm 11,7$	$\pm 29,9$	$\pm 3,3$	$\pm 2,2$	$\pm 1,1$	$\pm 2,0$
8 лет	91,5	661,3	176,5*	32,1	60,2	275,4*	1194,2	524,5	377,9	148,9	142,8	43,9	31,6	12,5	12,0
	$\pm 1,8$	$\pm 13,1$	$\pm 7,0$	$\pm 1,9$	$\pm 2,0$	$\pm 20,3$	$\pm 100,8$	$\pm 58,6$	$\pm 42,3$	$\pm 12,8$	$\pm 20,4$	$\pm 3,4$	$\pm 1,8$	$\pm 1,9$	$\pm 1,6$
9 лет	85,5	703,0	217,0	34,0	56,0	200,2	1414,0	632,0	434,0	143,0	204,9	44,6	30,7	10,1	14,5
	$\pm 2,3$	$\pm 20,2$	$\pm 20,0$	$\pm 4,1$	$\pm 7,2$	$\pm 45,3$	$\pm 305,2$	$\pm 80,1$	$\pm 40,1$	$\pm 28,7$	$\pm 45,4$	$\pm 5,2$	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$	$\pm 4,8$
10 лет	90,8	663,8	181,0	33,0	61,9	289,2	1317,3	590,6	414,0	132,9	179,8	44,8	31,4	10,1	13,7
	$\pm 2,0$	$\pm 13,8$	$\pm 11,1$	$\pm 3,6$	$\pm 4,0$	$\pm 42,7$	$\pm 185,8$	$\pm 110,1$	$\pm 60,0$	$\pm 19,1$	$\pm 39,7$	$\pm 3,5$	$\pm 2,8$	$\pm 1,4$	$\pm 2,9$
11 лет	90,8	659,6	186,1	32,6	62,3	311,7	1293,0	538,5	425,3	156,8	171,3	41,6	32,9	12,1	13,2
	$\pm 2,5$	$\pm 18,2$	$\pm 11,6$	$\pm 2,9$	$\pm 4,4$	$\pm 51,2$	$\pm 140,0$	$\pm 70,2$	$\pm 53,0$	$\pm 15,8$	$\pm 32,0$	$\pm 2,2$	$\pm 1,9$	$\pm 1,3$	$\pm 1,8$

* - достоверные различия показателей по сравнению с предыдущим возрастом при $P < 0,05$.

У детей с этим типом регуляции, по сравнению со сверстниками с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа), установлены достоверные различия между показателями SDNN ($t=2,37$ $P<0,05$), CV ($t=2,09$ $P<0,05$), CC_1 ($t=3,43$ $P<0,001$), TP ($t=2,5$ $P<0,05$), LF ($t=2,5$ $P<0,05$), VLF ($t=2,5$ $P<0,05$), HF % ($t=2,3$ $P<0,05$), VLF% ($t=2,9$ $P<0,05$) и IC ($t=2,2$ $P<0,05$) (табл. 6).

Разброс основных показателей ВСР у детей 7-летнего возраста в покое, лежа составил: R-R - от 567 до 733 мс ($S=640\pm12,0$), MxDMn - от 168 до 288 мс ($S=222,5\pm12,2$), RMSSD - от 19 до 45 мс ($S=32,4\pm2,1$), pNN50 - от 3,4 до 20% ($S=11,1\pm1,8$), CV - от 4,2 до 7,5% ($S=5,9\pm0,2$), Д - от 726 до 2227,2 мс² ($S=1414,7\pm117$), SI - от 135 до 381 усл. ед. ($S=209,0\pm17,3$), TP - от 645 до 2055 мс² ($S=1302,6\pm89,6$), HF - от 242 до 931 мс² ($S=525,9\pm65,7$), LF - от 251 до 946 мс² ($S=456\pm41,0$), VLF - от 64,8 до 228 мс² ($S=165,0\pm11,7$), ULF - от 37 до 259 мс² ($S=155,9\pm29,9$), HF% - от 21,1 до 41% ($S=40,3\pm3,3$), LF% - от 14,8 до 43% ($S=35,0\pm2,2$), VLF% - от 8,7 до 20% ($S=11,7\pm1,1$), ULF - от 5 до 24% ($S=12,0\pm2,0$).

В этой группе у исследуемых чаще выявлялись 2 типа спектра: $HF\geq LF>VLF>ULF$ и $LF>HF>ULF>VLF$.

Нами установлено, что у некоторых исследуемых увеличение симпатической активности связано с эмоциональной реакцией на сам процесс исследования ВСР. В этом случае, при повторной записи ВСР у этих школьников уже не наблюдается выраженной активности центральных регуляторных систем, то есть увеличивается общая площадь спектральной функции (TP), возрастает значение VLF ($>240<500$ мс²) и уменьшается SI (<100 усл. ед.).

Когда же при повторной записи ВСР значения TP и VLF (<240 мс²) остаются низкими, а $SI>150$ усл. ед., то это свидетельствует об устойчивом напряжении центральных регуляторных систем организма.

При динамических исследованиях ВСР у одних и тех же детей с выраженным преобладанием центральной регуляции в течение 3-х лет мы наблюдали стойкое сохранение изначально выявленного типа регуляции (табл. 7).

Повышенную симпатическую активность у этих детей можно объяснить и замедленным созреванием блуждающего нерва (гиповаготония), что сопровождается высоким уровнем катехоламинов в крови, приводящих к вегетативному дисбалансу. Наследственный

фактор так же во многом определяет особенности структуры гипоталамуса и других образований. Психозэмоциональное напряжение нарушает функционирование лимбико-ретикулярного аппарата, где находятся психические и вегетативные центры. Все перечисленные воздействия - и еще многие другие - могут приводить к нарушению интегративной деятельности ВНС у детей. (Белоконь Н.А., 1987; Белоконь Н.А., Шварков С.В., 1986; Белоконь Н.А., Кубергер М.Б., 1987; Беляков В.А., Подлевских Т.С., 2005).

Таблица 7

Динамика показателей ЧСС и ВСР у одних и тех же детей с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

Ф.И.	Возраст	ЧСС, уд/мин	R-R мс	RMSSD, мс	AMO50 %	SI усл.ед.	VLF, мс ²
Э-ва Н.	7 лет	102,3	586	30,4	50,0	144,9	113
Э-ва Н.	8 лет	94,9	633	30,8	56,0	148,6	119
Э-ва Н.	9 лет	95,3	630	20,4	64,2	259,4	210
Б-ва Т.	7 лет	92,8	646	35,0	53,0	123,0	232
Б-ва Т.	8 лет	85,9	698	25,2	52,0	144,4	148
Б-ва Т.	10 лет	82,6	726	25,4	61,5	169,8	114

Длительное эмоциональное напряжение адаптационных систем у школьников этого возраста может быть следствием повышенной нервно-эмоциональной нагрузки в школе и дома, личностных особенностей, гипокинезии и многих других факторов, которые вызывают постоянную активизацию стрессовых механизмов.

Длительное напряжение центральных механизмов приводит к истощению процессов регуляции и управления, развитию состояний перенапряжения и астенизации с последующим переходом в предболезнь и заболевание (Парин В.В., Баевский Р.М. и др., 1967).

Состояние постоянного функционального напряжения приспособительных механизмов – это начальный этап пограничной зоны между здоровьем и болезнью, т.к. при этом адаптационная деятельность осуществляется на пределе возможностей организма и сопровождается развитием определенных нарушений (Григорьев А.И., Баевский Р.М., 2007).

Нами установлено, что в группу с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма попадали школьники и с

донозологическими состояниями. В этом случае у них регистрировались очень низкие значения TP и резко сниженная волновая структура спектра, особенно VLF и ULF при малых значениях R-R, MxDMn и очень высоких показателях AMO50, SI, CC0. После выздоровления, при повторных записях ВСР, увеличивались показатели парасимпатической активности (SDNN, RMSSD, MxDMn, TP и HF волн), уменьшались значения AMO50, SI и возрастали показатели TP, HF, LF и VLF, что указывало на нормализацию отношений между отделами ВНС и центральными структурами.

У девочек и мальчиков одного возраста с этим типом регуляции (II группа) мы не нашли достоверных гендерных различий в показателях ВСР (рис. 12).

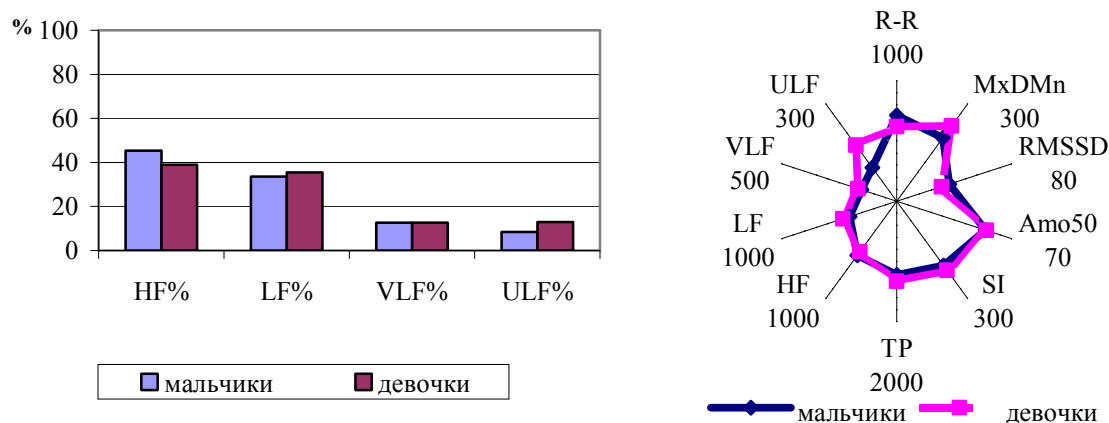


Рис. 12. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 7 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

В 8-летнем возрасте при анализе ВСР у 71 школьника выявлено 22 человека (31%) - 10 мальчиков и 12 девочек с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа).

Анализ ВСР выявил у школьников 8 лет, по сравнению с 7-летними, большие значения R-R кардиоинтервалов, AMO, SI, и меньшие значения MxDMn, суммарной мощности спектра (TP) и составляющих его волн (HF, LF, VLF, ULF). Достоверными были изменения в показателях MxDMn ($t=3,4$), AMO/SDNN ($t=3,0$) и SI ($t=-2,5$) ($P<0,05$).

Разброс основных показателей ВСР у детей этой возрастной группы составил: R-R - от 546 до 777 мс ($S=661,3\pm13,1$), MxDMn - от 115 до 238 мс ($S=176,5\pm7,0$), RMSSD - от 14 до 40 мс ($S=32,1\pm1,9$),

АМО50 - от 45 до 79,8 %/50 мс ($S=60,2\pm2,0$), SI - от 159 до 407 усл. ед. ($S=275,4\pm20,3$), TP - от 572,1 до 1782 мс² ($S=1194,2\pm100,8$), HF - от 145 до 934 мс² ($S=524,5\pm58,6$), LF - от 109 до 637 мс² ($S=377,9\pm42,3$), VLF - от 90 до 235,2 мс² ($S=148,9\pm12,8$), ULF - от 32 до 277 мс² ($S=142,8\pm20,4$).

В 8-летнем возрасте, как и в предыдущем, при анализе спектральной функции чаще встречались два типа спектра, когда $HF\geq LF>VLF>ULF$ и $HF>LF>ULF>VLF$. При этом существенных гендерных различий между показателями ВСР в этом возрасте не установлено (рис. 13).

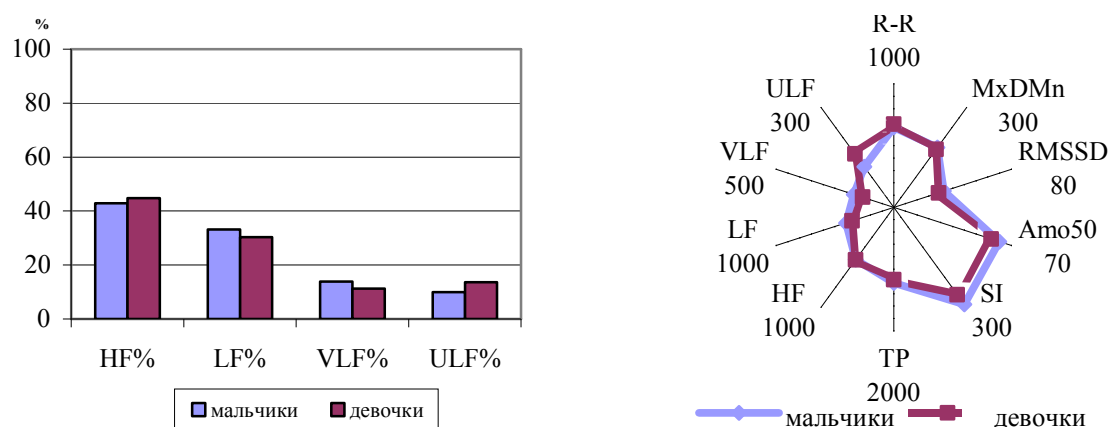


Рис. 13. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 8 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

При анализе показателей ВСР у 50 школьников 9-летнего возраста 18% имели выраженное преобладание центральной регуляции. В этом возрасте, по сравнению с предыдущим, ниже показатели ЧСС, АМО50, SI и больше R-R, MxDMn, RMSSD, SDNN, TP, HF, LF, VLF, ULF. При этом достоверных различий ни по одному из показателей ВСР не установлено.

У 9-летних детей разброс основных показателей ВСР, характеризующих состояние автономной и центральной регуляции сердечного ритма, составил: R-R - от 665 до 744 мс ($S=703\pm20,2$), MxDMn - от 160 до 253 мс ($S=217\pm20,0$), RMSSD - от 25 до 38 мс ($S=34\pm4,1$), АМО50 - от 45 до 77 %/50 мс ($S=56\pm7,2$), SI - от 116 до 363 усл. ед. ($S=202,0\pm45,3$), TP - от 658,9 до 1574 мс² ($S=1414,2\pm305,2$), HF - от 326 до 878 мс² ($S=532\pm80,1$), LF - от 398 до 703 мс² ($S=434\pm40,1$), VLF - от 60 до 191 мс² ($S=143\pm28,7$), ULF - от 125 до 465 мс².

($S=304,9\pm45,4$). Основной тип спектра - $HF>LF>ULF>VLF$ - встречался в 80% случаев.

У девочек - по сравнению с мальчиками - отмечалась тенденция к увеличению показателей ЧСС, SI, HF, LF, уменьшению значений R-R, MxDMn, TP, VLF, ULF (рис. 14).

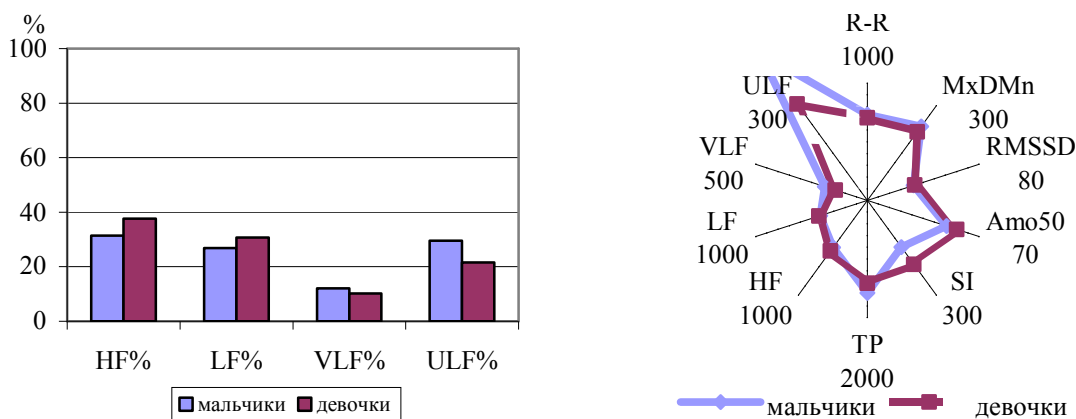


Рис. 14. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 9 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

У школьников 10-летнего возраста анализ показателей ВСР проведен у 60 человек, из них 16 (26,6%) имели выраженное преобладание центральной регуляции (II группа). У этих детей, по сравнению с детьми 9-летнего возраста, чаще ЧСС, больше SI и меньше значения R-R и MxDMn, TP, HF, LF, VLF и ULF. Достоверные возрастные различия в показателях ВСР у школьников 9 и 10 лет отсутствуют (табл. 6).

Разброс в основных показателях ВСР в этом возрасте составил: R-R - от 558 до 663,8 мс ($S=663,8\pm13,8$), MxDMn - от 110 до 266 мс ($S=180,8\pm11,1$), RMSSD - от 20 до 44 мс ($S=33,0\pm3,6$), AMO50 - от 45 до 84 %/50 мс ($S=61,9\pm4,0$), SI - от 160 до 437 усл. ед. ($S=289,2\pm42,7$), TP - от 535 до 1806,7 мс² ($S=1317,3\pm185,8$), HF - от 175 до 1044 мс² ($S=590,6\pm110,1$), LF - от 113 до 748 мс² ($S=414,0\pm60$), VLF - от 67,3 до 236,6 мс² ($S=132,9\pm19,1$), ULF - от 69,8 до 423,2 мс² ($S=179,8\pm39,7$).

При анализе спектральной функции в этом возрасте преобладающим типом спектра в 70% случаев был спектр $HF>LF>ULF>VLF$.

У девочек, по сравнению с мальчиками, более высокая ЧСС, выше SI, меньше суммарная мощность спектра (TP) и LF волн, однако, эти различия недостоверны (рис. 15).

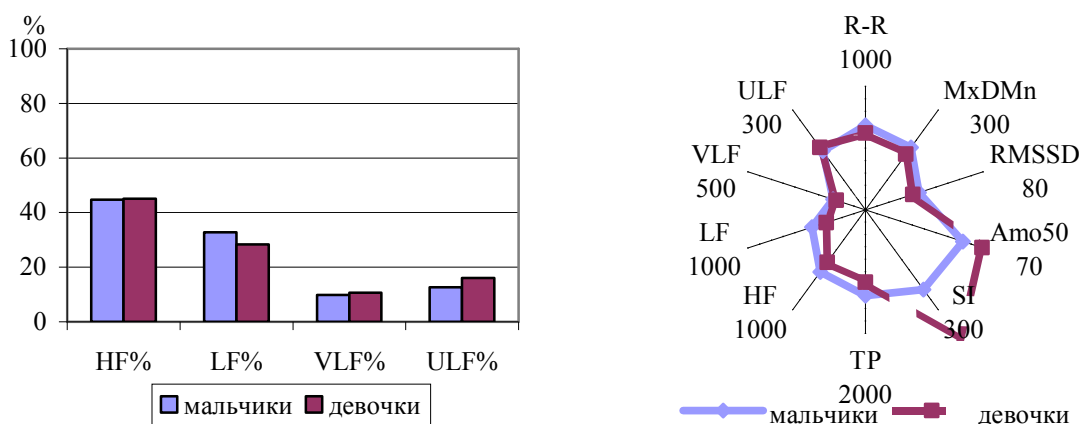


Рис. 15. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 10 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

В 11-летнем возрасте анализ ВСР проведен у 64 школьников. Из них у 19 детей (29,7%) выявлена высокая активность центральной регуляции сердечного ритма (II группа). При анализе различий в показателях ВСР у школьников 10 и 11 лет, с данным типом регуляции, не установлено достоверных изменений (табл. 6).

В 11-летнем возрасте у детей с центральным типом регуляции разброс основных показателей ВСР составил: R-R - от 508 до 789 мс ($S = 659 \pm 18,2$), MxDMn от -104 до 251 мс ($S = 186,1 \pm 11,6$), RMSSD - от 17 до 43 мс ($S = 32,6 \pm 2,9$), AMO50 - от 42,8 до 84 %/50 мс ($S = 62,3 \pm 4,4$), SI - от 117 до 707 усл. ед. ($S = 311,7 \pm 51,2$), TP - от 644 до 2040 мс² ($S = 1293 \pm 140,0$), HF - от 131 до 860 мс² ($S = 538,5 \pm 70,2$), LF - от 75 до 866 мс² ($S = 425,3 \pm 53,0$), VLF - от 79,3 до 240 мс² ($S = 156,8 \pm 15,8$), ULF - от 33 до 445 мс² ($S = 171,3 \pm 32,0$).

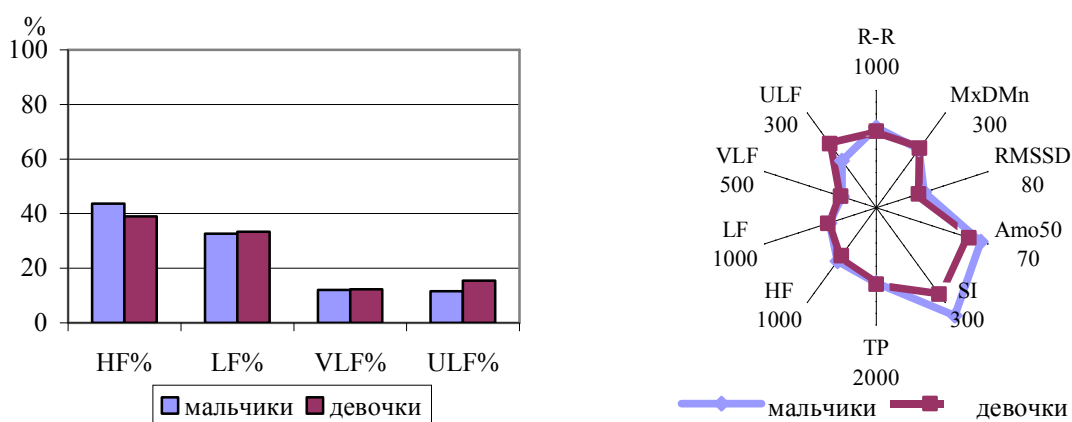


Рис. 16. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 11 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

Превалирующим выявлен тип спектра, когда $HF > LF > ULF > VLF$. Между мальчиками и девочками в этом возрасте не установлено гендерных различий (рис. 16).

При анализе возрастной динамики ВСР у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма установлено, что с увеличением возраста сохраняется напряжение в функциональном состоянии центральных регуляторных систем (табл. 6) (рис. 17-19).

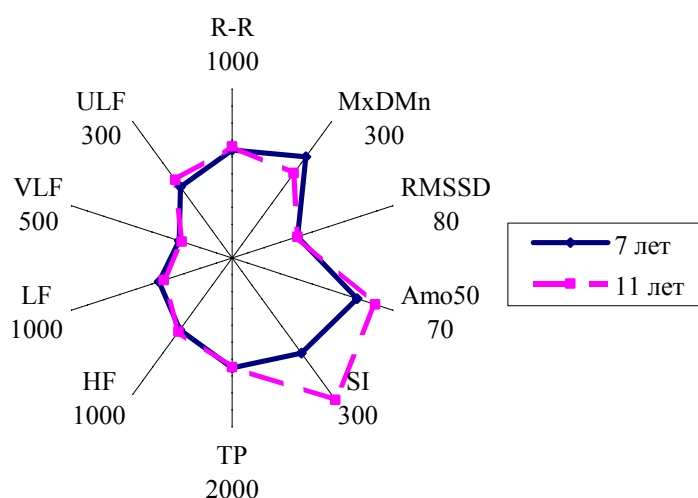


Рис. 17. Показатели ВСР у детей 7 и 11 лет с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

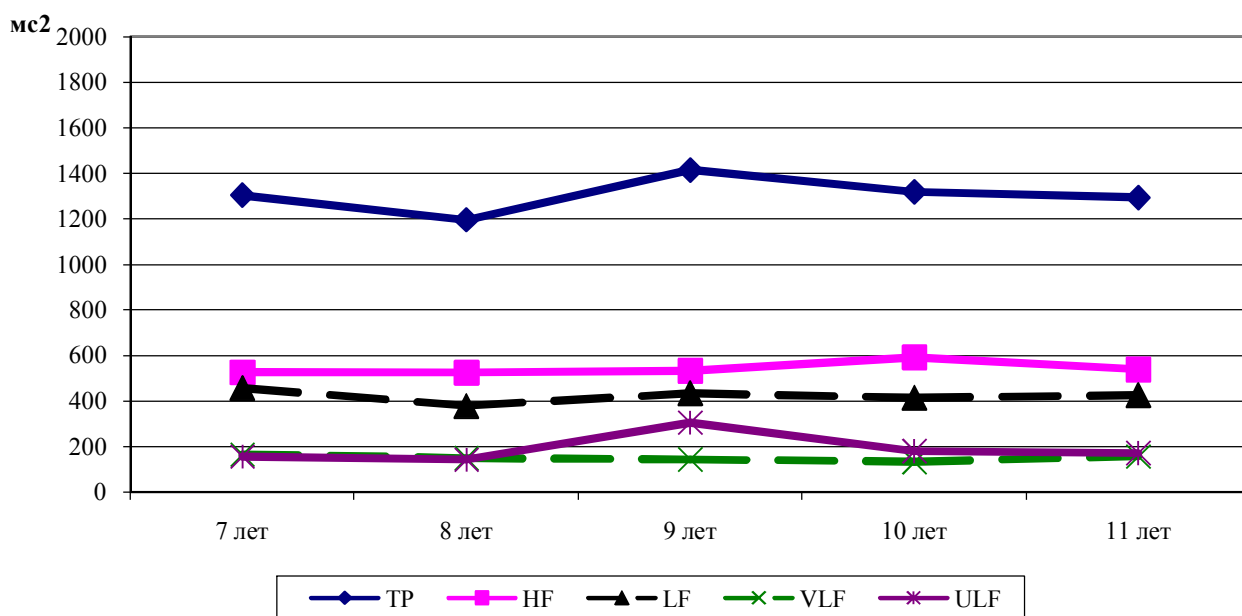


Рис. 18. Возрастные изменения медленно-волновой структуры спектра ВСР у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа)

Так, у детей 10 и 11 лет, несмотря на некоторое снижение ЧСС, уменьшается разброс кардиоинтервалов $MxDMn$ и увеличиваются AMo и SI . Также обращает на себя внимание нарастание относительного содержания ULF волн в спектре, начиная с 9-летнего возраста. Причем, эта характерная особенность более выражена у девочек.

Представленные нами данные анализа ВСР у детей младшего школьного возраста подтверждаются результатами лонгитюдных исследований ВСР Сапожниковой Е.Н. (2003), проведенными ей у 30 одних и тех же детей 11 лет в течение 5 лет. Она установила, что из 30 детей, у которых в 7-летнем возрасте было выявлено выраженное преобладание центральной регуляции сердечного ритма, у 46,6%, при повторных исследованиях ВСР в 8, 9, 10 и 11-летнем возрасте, тип регуляции сохранялся, то есть дисбаланс в состоянии регуляторных систем у этих детей был устойчивым.

Известно, что избыток симпатической активности и центральных регуляторных систем ведут к ухудшению функционального состояния и снижению адаптивных возможностей организма. В результате длительной дисфункции в состоянии регуляторных систем на фоне централизации управления могут возникать различные донозологические состояния (Баевский Р.М., 1976).

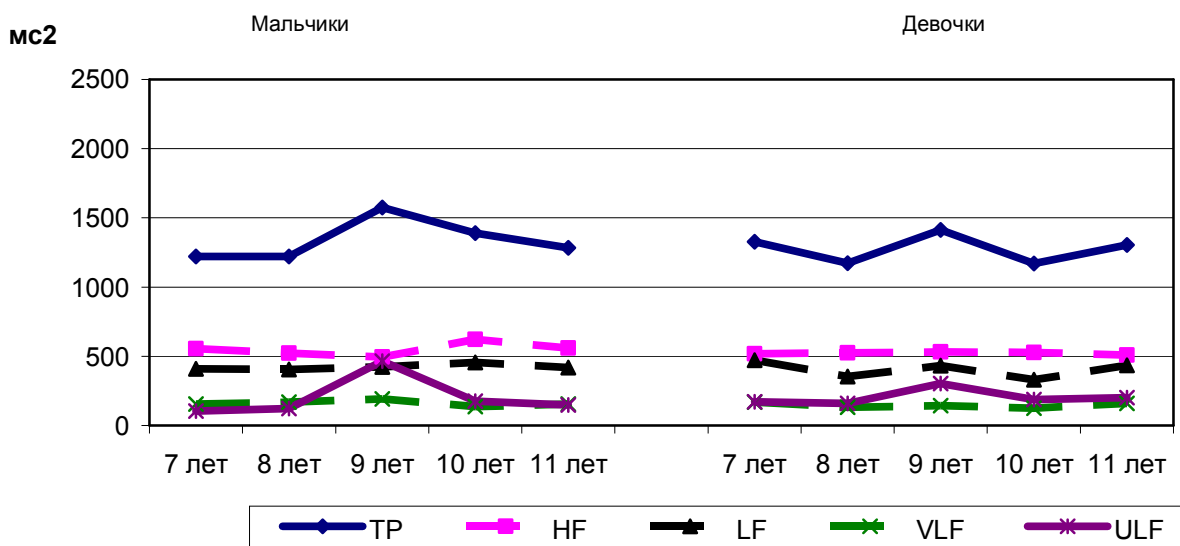


Рис. 19. Возрастные изменения медленно-волновой структуры спектра ВСР у мальчиков и девочек с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа)

В то же время, наши исследования показывают, что у 53,4% детей данный тип регуляции был неустойчивым и изменялся на более благоприятный. Следовательно, у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) врачам необходимо проводить динамические исследования ВСР и выяснять причину длительного и выраженного преобладания центральных регуляторных систем.

По современным представлениям, ВНС определяется как комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих необходимый для адекватной реакции всех систем функциональный уровень организма (Ноздрачев А.Д., 1983). В литературе неоднократно показано, что в основе многих заболеваний лежат структурные изменения центральных и периферических аппаратов.

По всей видимости, у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) важное значение имеет правильная и своевременная коррекция вегетативного дисбаланса. Ведущая роль в координационных механизмах гомеостаза принадлежит надсегментарным образованиям. Под «болезнями гомеостаза» нужно понимать состояние вегетативной неустойчивости, обусловленное недостаточностью, избытком или неадекватностью приспособительных, защитных и регуляторных систем организма (Кассиль Г.Н., 1983).

Таким образом, при анализе ВСР у школьников 7-11 лет в каждой возрастной группе выявлены дети с выраженным устойчивым преобладанием центральной регуляции сердечного ритма. Процент выявляемости этого типа регуляции сердечного ритма в среднем составил 26,5%.

На рисунке 20 показана возрастная динамика временных показателей ВСР у детей с центральным типом регуляции. По рисунку можно проследить, что у одних и тех же детей с увеличением возраста изменяются показатели, характеризующие состояние симпатического отдела ВНС, и почти неизменны значения, характеризующие состояние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

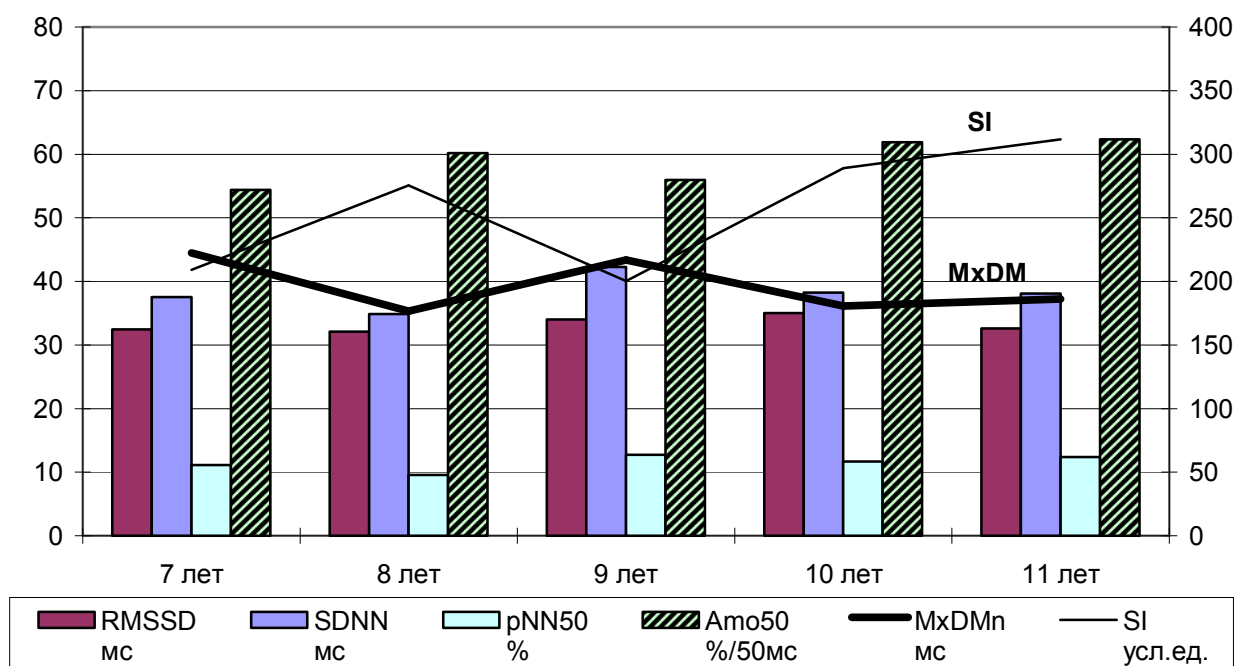


Рис. 20. Динамика временных показателей ВСР у одних и тех же детей с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа)

Так, в 8, 10 и 11 лет происходит увеличение значений АМо, SI и уменьшение MxDMn, а в 7 и 9 лет показатели АМо, SI снижаются, при этом значение MxDMn увеличивается, а величина показателей RMSSD и pNN50 во всех возрастных периодах постоянна. Следовательно, можно предположить, что у детей с этим типом регуляции парасимпатический отдел запаздывает в развитии, а это, в свою очередь, усиливает функционирование симпатического отдела ВНС.

В заключение необходимо подчеркнуть, что у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции во всех возрастных группах имеются специфические особенности ВСР, которые заключаются в малых значениях R-R и малом размахе кардиоинтервалов (MxDMn), больших показателях SI (>150 усл. ед.), малой суммарной мощности волновой структуры спектра, и особенно VLF (<240 мс²).

У этих детей во всех возрастных группах, независимо от гендерных особенностей, характерными типами спектра ВСР являются: HF>LF>ULF>VLF; LF>HF>ULF>VLF и др.

2.3. ВСР у детей 7-11 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции

Парасимпатический отдел ВНС представляет собой систему, ответственную за текущую регуляцию физиологических процессов, которая предназначена для того, чтобы непрерывно корректировать сдвиги, вызванные влиянием симпатического отдела, восстанавливать и сохранять гомеостаз.

Тоническое возбуждение центров вагусной иннервации закрепляется в 2,5-3 года, что делает более экономной работу сердца. От 3 до 10 лет происходит дальнейшее увеличение тонуса вагуса. С увеличением возраста у детей уменьшается удельный вес гуморального канала регуляции, происходит совершенствование механизмов саморегуляции и снижается централизация управления сердечным ритмом. Это способствует умеренной ваготонии, следовательно, согласно нормальной физиологической целесообразности, здоровые дети должны иметь оптимальную исходную ваготонию (Аршавский И.А., 1975; Белоконь Н.А., Кубергер М.Б., 1987; Шлык Н.И., 1991). Умеренное преобладание автономной регуляции является важным фактором индивидуальной устойчивости здорового организма к возникновению поражений сердечно-сосудистой системы в условиях психоэмоционального перенапряжения (Судаков К.В., 1998).

В группу с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) были отнесены школьники, когда значения SI были >30 и <100 усл. ед., а значения VLF спектра соответствовали >240 и <600 мс². Анализ ВСР был проведен у 442 детей 7-11 лет, из них у 147 (32,6%) выявлено умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма.

При исследовании ВСР у 74 школьников 7-летнего возраста, у 20 (27%) из них (9 мальчиков и 11 девочек) выявлено умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (III группа). У детей этой группы, по сравнению со сверстниками с умеренным и выраженным преобладанием центральной регуляции (I и II группы), достоверно ниже ЧСС, больше значения R-R, MxDMn, RMSSD, PNN50, SDNN, ниже показатели AMO50, SI и достоверно выше суммарная мощность спектра TP и его составляющих HF, LF, VLE, ULF, особенно HF и LF волн (табл. 8).

Таблица 8

**Данные статистических различий между показателями ВСР
у детей 7-летнего возраста с разными типами вегетативной
регуляции сердечного ритма**

Группы	t	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	AMO50 %/50	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²
n=29 I-III	t	2,53	4,11	9,24	4,16	3,37	6,8	8,86	2,4	2,4
	p	<0,05	<0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,05
n=39 II-III	t	4,4	6,8	11,1	8,2	11,4	9,8	6,9	5,3	2,7
	p	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05

При первичной записи и анализе ВСР у 20% детей III группы (также как и в группах I и II) мы наблюдали психоэмоциональную реакцию на сам процесс исследования. В этом случае учащалась ЧСС, увеличивался SI и снижались значения MxDMn, TP и волновой структуры спектра (HF, LF, VLF). Но эти изменения не были столь выраженными, как у детей I и II групп.

У детей 7 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма разброс основных показателей ВСР составил: R-R интервалов - от 661 до 807 мс ($S=709\pm 10$), MxDMn - от 275 до 360 мс ($S=307\pm 19,3$), RMSSD - от 60 до 78 мс ($S=66,3\pm 2,2$), AMO50 - от 28,7 - до 40,7%/50 мс ($S=32,9\pm 1,2$), SI - от 49 до 72 усл. ед. ($S=64,6\pm 3,4$), TP - от 1850 до 4500 мс² ($S=3801\pm 201$), HF - от 1338 до 2649 мс² ($S=1869\pm 118,9$), LF - от 995 до 1850 мс² ($S=1123\pm 86,9$), VLF - от 307 до 684 мс² ($S=467\pm 55,7$), ULF - от 187 до 616 мс² ($S=340,6\pm 61,6$).

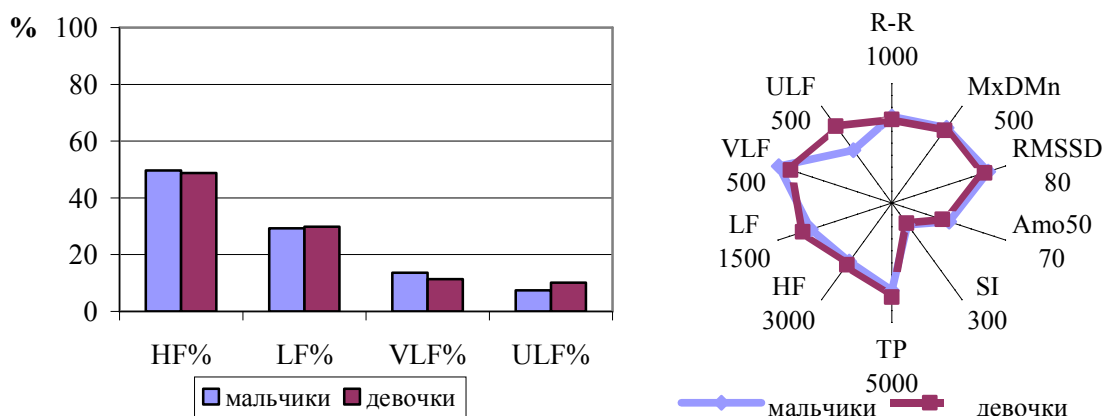


Рис. 21. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 7 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

Преобладающий тип спектра: HF>LF>VLF>ULF.

Нами не установлено гендерных различий в показателях ВСР у детей этого возраста (рис. 21).

При анализе ВСР у 71 школьника 8-летнего возраста 24 (33,8%) из них имели умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (III группа). По сравнению с 7-летними детьми, у них отмечается тенденция к уменьшению ЧСС, увеличению длительности R-R и разбросу кардиоинтервалов (MxDMn), суммарной мощности спектра (TP) и его составляющих в диапазоне LF, VLF и ULF волн (табл. 9).

При этом, достоверные возрастные различия ВСР установлены только в показателе MxRMn ($t=2,5$, $P<0,05$) и в максимальных значениях составляющих спектра HFmx ($t=2,7$, $P<0,05$), LFmx ($t=2,6$, $P<0,05$), VLFmx ($t=2,3$, $P<0,05$) и ULFmx ($t=2,03$, $P<0,05$).

В 8-летнем возрасте у детей III группы разброс основных показателей ВСР составил: R-R - от 693 до 805 мс ($S=725,3\pm9,8$), MxDMn - от 264 до 401 мс ($S=331,9\pm10,5$), RMSSD - от 48 до 88 мс ($S=65,2\pm3,2$), PNN50 - от 27,6 до 53,5% ($S=36,2\pm2,2$), AMO50 - от 24 до 37,6 %/50 мс ($S=33,5\pm1,8$), SI - от 43 до 94 усл. ед. ($S=70,6\pm4,9$), TP - от 2735,7 до 5704,8 мс² ($S=3936,7\pm203,8$), HF - от 920 до 2711,5 мс² ($S=1810,5\pm169$), LF - от 699,6 до 1885 мс² ($S=1229,2\pm136$), VLF - от 347 до 694 мс² ($S=492,1\pm31,7$), ULF - от 236 до 641 мс² ($S=405,8\pm85,3$). Основным типом спектра в 81,8% случаев выявлен спектр, когда HF>LF>VLF>ULF.

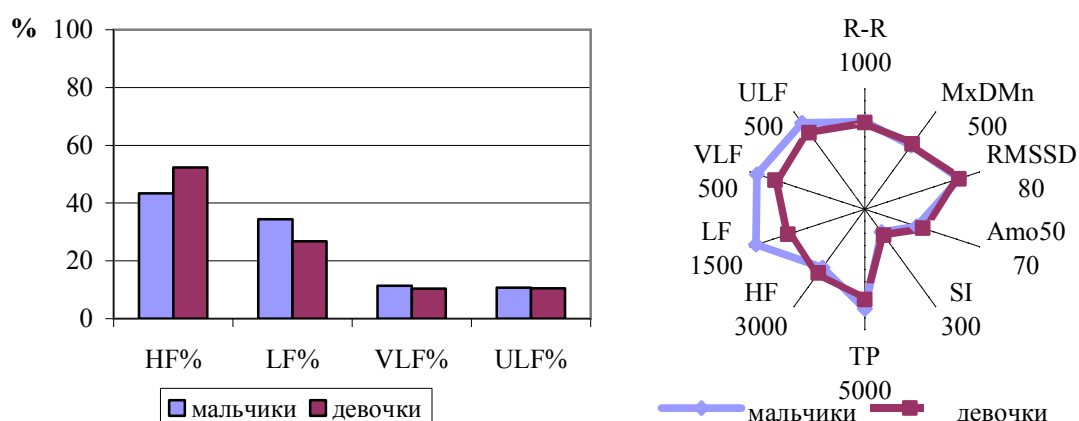


Рис. 22. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 8 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

Таблица 9

Показатели ВСП у детей в возрасте от 7 до 11 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) ($M \pm m$)

Возраст	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	Amo50 %/50 мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
7 лет	84,9	709,0	367,0	66,3	33,0	64,6	3801,0	1869,1	1123,0	467,0	340,6	49,2	29,5	12,2	9,1
	$\pm 1,2$	$\pm 10,0$	$\pm 19,3$	$\pm 2,2$	$\pm 1,2$	$\pm 3,4$	$\pm 201,0$	$\pm 118,9$	$\pm 86,9$	$\pm 55,7$	$\pm 61,6$	$\pm 2,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,4$	$\pm 1,4$
8 лет	83,0	725,0	331,9	65,2	33,5	70,6	3936,7	1810,5	1229,0	492,1	405,8	46,0	31,2	12,5	10,3
	$\pm 1,1$	$\pm 9,8$	$\pm 10,5$	$\pm 3,2$	$\pm 1,8$	$\pm 4,9$	$\pm 203,8$	$\pm 169,3$	$\pm 136,0$	$\pm 31,7$	$\pm 85,3$	$\pm 2,2$	$\pm 2,0$	$\pm 0,9$	$\pm 2,1$
9 лет	78,1*	774,0*	334,1	69,2	32,6	66,4	3997,7	2170,0	1068,0	449,1	311,0	54,3*	26,7	11,2	7,8
	$\pm 1,6$	$\pm 15,2$	$\pm 10,9$	$\pm 3,8$	$\pm 1,2$	$\pm 4,9$	$\pm 256,4$	$\pm 214,3$	$\pm 115,8$	$\pm 34,9$	$\pm 68,3$	$\pm 2,6$	$\pm 2,3$	$\pm 0,7$	$\pm 1,7$
10 лет	80,2	737,8	328,2	65,5	32,4	71,5	4167	1968	1338,3	438,0	422,3	47,2	32,1	10,5	10,2
	$\pm 2,9$	$\pm 22,0$	$\pm 14,6$	$\pm 6,0$	$\pm 1,8$	$\pm 8,4$	$\pm 347,0$	$\pm 341,7$	$\pm 200,6$	$\pm 35,3$	$\pm 67,3$	$\pm 3,5$	$\pm 3,1$	$\pm 1,6$	$\pm 1,7$
11 лет	78,7	763,4	342,5	71,0	31,2	63,7	4607,2	2520,0	1116,4	494,0	473,0	54,7	24,2*	10,7	10,3
	$\pm 1,0$	$\pm 10,4$	$\pm 14,6$	$\pm 5,1$	$\pm 1,4$	$\pm 5,5$	$\pm 374,4$	$\pm 273,4$	$\pm 100,6$	$\pm 46,5$	$\pm 59,1$	$\pm 2,6$	$\pm 1,6$	$\pm 1,1$	$\pm 1,6$

* - достоверные различия показателей по сравнению с предыдущим возрастом при $P < 0,05$.

При изучении гендерных аспектов ВСР установлено, что в этом возрасте у мальчиков меньше относительные и абсолютные значения HF волн, но больше LF, VLF и ULF волн, однако достоверных гендерных различий по этим и другим показателям ВСР не установлено (рис. 22).

По данным анализа ВСР, у 50 школьников 9-летнего возраста 18 детей (36%) имели умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма.

У этих детей, по сравнению с 8-летним возрастом, установлены достоверные различия между показателями: ЧСС ($t=2,49$, $P<0,05$), R-R ($t=-2,7$, $P<0,05$), Mn ($t=-2,4$, $P<0,05$), pNN50 ($t=2,85$, $P<0,05$), LFmx ($t=2,1$, $P<0,05$), IC ($t=2,2$, $P<0,05$).

В 9-летнем возрасте у детей III группы разброс основных показателей ВСР составил: R-R - от 683 до 868 мс ($S=774\pm15,2$), MxDMn - от 277 до 409 мс ($S=334\pm10,9$), RMSSD - от 46 до 76 мс ($S=69,2\pm3,8$), AMO50 - от 24 до 39 %/50 мс ($S=32,6\pm1,2$), SI - от 47 до 92 усл. ед. ($S=66,4\pm4,9$), TP - от 3130 до 5750 мс² ($S=3997,7\pm256,4$), HF - от 1058,1 до 2325 мс² ($S=2170\pm214,3$), LF - от 653,4 до 2067,8 мс² ($S=1067,9\pm115,8$), VLF - от 290 до 656 мс² ($S=449,1\pm34,9$), ULF - от 272 до 400 мс² ($S=311\pm68,3$).

В этом возрасте в 77,8% случаев выявлен основной тип спектра HF>LF>VLF>ULF.

Ни по одному из показателей ВСР не установлено существенных гендерных различий (рис. 23).

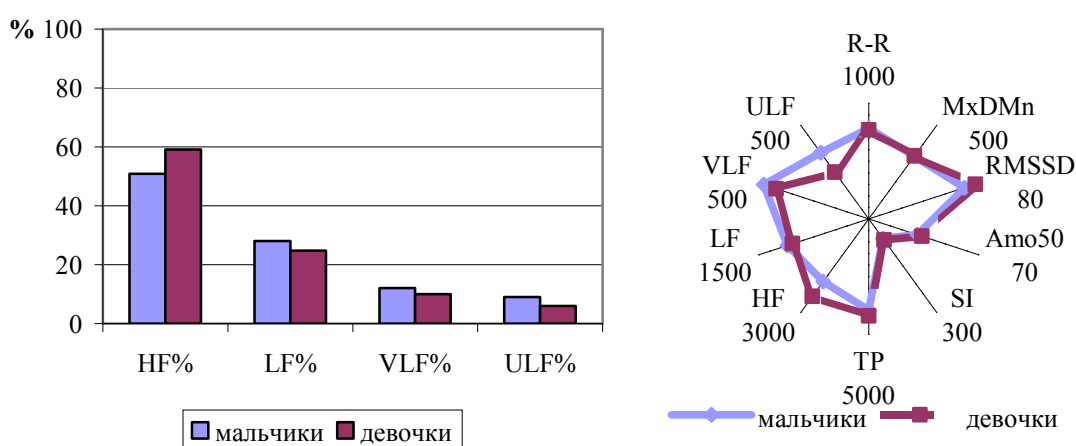


Рис. 23. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 9 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

В 10-летнем возрасте ВСР изучена у 60 школьников, из которых 24 (40%) были отнесены к типу с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа). При сравнении показателей ВСР между детьми 10 и 9 лет установлено, что у первых отмечается тенденция к увеличению ЧСС, укорочению R-R и уменьшению разброса (MxDMn) кардиоинтервалов, снижению SDNN, pNN50, RMSSD и увеличению SI. Эти изменения указывают на некоторое снижение активности автономного контура регуляции. Со стороны центрального контура отмечается тенденция к повышению значений TP, LF, ULF и снижению мощности HF волн спектра. Однако эти возрастные изменения показателей ВСР не имеют достоверных различий (табл. 9).

Разброс основных показателей ВСР в 10-летнем возрасте составил: R-R - от 609 до 833 мс ($S=737,8\pm22$), MxDMn - от 293 до 408 мс ($S=328,2\pm14,6$), RMSSD - от 45 до 85 мс ($S=65,5\pm6,0$), PNN50 - от 20 до 50% ($S=38,5\pm4,0$), AMO50 - от 23,7 до 42%/50 мс ($S=32,4\pm1,8$), SI - от 40 до 100 усл. ед. ($S=71,5\pm8,4$), TP - от 2397 до 6356 мс² ($S=4160\pm347$), HF - от 967,8 до 3333,7 мс² ($S=1967,8\pm341,7$), LF - от 831,1 до 2049 мс² ($S=1338,3\pm200,6$), VLF - от 283,9 до 586 мс² ($S=437,9\pm35,3$), ULF - от 240,3 до 689 мс² ($S=422,3\pm67$). Преобладающим типом спектра в 71,4% случаев был HF>LF>VLF>ULF.

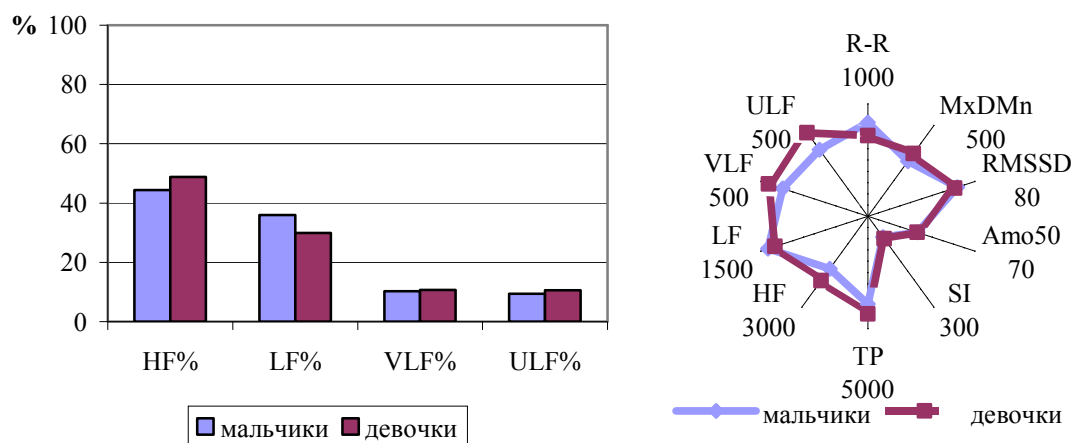


Рис. 24. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 10 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

При изучении гендерных различий в показателях ВСР установлено, что у девочек 10 лет чаще ЧСС, меньше R-R, но больше значения MxDMn, больше суммарная мощность спектра (TP) и его составляющих HF, VLF и ULF. Все перечисленные различия имелись в виде тенденций. Существенными были различия в показателях Mn ($t=2,16$,

$P < 0,05$) и в СС0 ($t = -2,43$, $P < 0,05$). У мальчиков преобладал тип спектра $HF > LF > VLF > ULF$, а у девочек $HF > LF > ULF > VLF$.

В возрасте 11 лет анализ ВСР был проведён у 64 детей. Из них у 21 школьника (33%) (11 мальчиков и 10 девочек) выявлена III группа. При сравнении полученных данных ВСР у детей 11 и 10 лет установлено, что у первых больше значения R-R, MxDMn, RMSSD, TP, HF, VLF, ULF и меньше SI и LF (Табл. 9). Достоверными были различия между показателями LF% ($t = 2,1$) и отношением LF/HF ($t = 2,2$) $P < 0,05$.

Разброс показателей ВСР в этой возрастной группе составил: R-R - от 712 до 851 мс ($S = 763,4 \pm 10,4$), MxDMn - от 277 до 411 мс ($S = 342,5 \pm 14,6$), RMSSD - от 41 до 88 мс ($S = 71,0 \pm 5,1$), AMO50 - от 23 до 46 %/50 мс ($S = 31,2 \pm 1,4$), SI - от 43 до 98 усл. ед. ($S = 63,7 \pm 5,5$), TP - от 2654 до 6020 мс² ($S = 4607,2 \pm 374$), HF - от 817 до 3300 мс² ($S = 2520 \pm 273,4$), LF - от 629 до 2182 мс² ($S = 1116,4 \pm 100,6$), VLF - от 305 до 809 мс² ($S = 493,9 \pm 46,5$), ULF - от 169 до 729 мс² ($S = 472,6 \pm 59,1$).

Преобладающими типами спектров в этом возрасте были: в 52,4% случаев спектр $HF > LF > VLF > ULF$ и в 40,1% - спектр $HF > LF > ULF \geq VLF$.

При изучении гендерных различий между показателями ВСР установлено, что у девочек больше значения MxDMn и RMSSD, соответственно, на 12,7% и 15,4%, меньше AMO50 и SI, соответственно, на 11,6% и 20,7%. Значение TP, амплитуда HF, VLF и ULF волн спектра были больше, соответственно, на 15,4%, 29,5%, 1,6% и 14,3%.

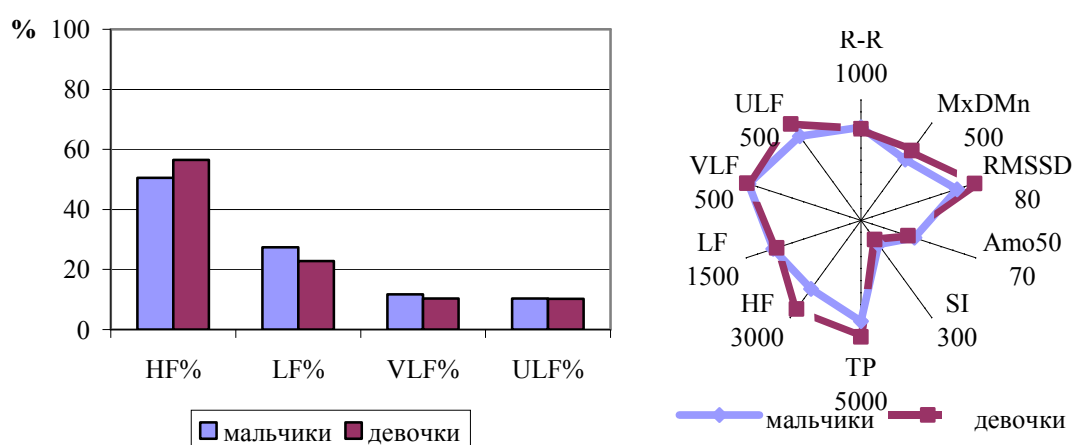


Рис. 25. Гендерные различия в показателях ВСР у детей 11 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

Гендерные достоверные различия установлены в показателях ЧСС ($t=-2,4$ $P<0,05$), R-R ($t=2,5$ $P<0,05$), МО ($t=2,2$ $P<0,05$). При анализе возрастных изменений в показателях ВСР установлено, что с увеличением возраста у детей 7-11 лет III группы происходят колебательные процессы в функционировании регуляторных систем, которые можно наблюдать по данным изменения временных значений ВСР MxDMn, RMSSD, pNN50, SI и параметров волновой структуры спектра HF, LF, VLF и ULF (табл. 9 и рис. 26).

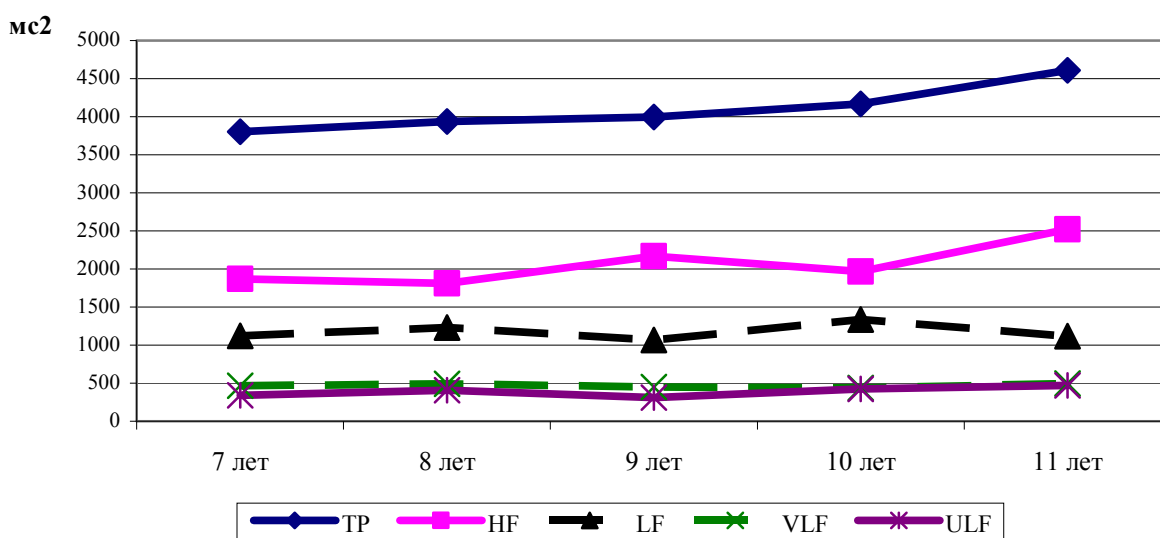


Рис. 26. Возрастные изменения медленно-волновой структуры спектра ВСР у детей с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма

На рисунке 26 отражены возрастные изменения параметров медленно-волновой структуры спектра. Так, например, мощность дыхательных волн (HF) у детей в возрасте 8 и 10 лет понижается, а в 9 и 11 лет увеличивается. Причем, возрастные изменения суммарной мощности дыхательных волн диаметрально противоположны колебаниям мощности вазомоторных (LF) волн. Показатели LF волн в 8 и 10 лет увеличиваются, а в 9 и 11 лет снижаются. Эти данные свидетельствуют не только о колебательном характере функционирования и созревания кардиорегуляторных механизмов, но и о четком взаимодействии отделов ВНС, автономной и центральной регуляции.

При динамических исследованиях ВСР в течение 5 лет у 40 одних и тех же детей с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа) установлено, что с увеличением возраста от 7 до 11 лет у исследуемых тип регуляции не изменялся в

74% случаев. Изменение типа регуляции выявлено у 26% детей по причинам психоэмоциональных перегрузок в результате школьных «трудностей», донозологических состояний или заболеваний, которые приводили к дизрегуляции. У этих детей увеличивалась ЧСС, снижались показатели MxDMn, RMSSD, pNN50, TP, HF, LF, VLF, ULF и увеличивался SI, то есть они переходили в I или во II группы.

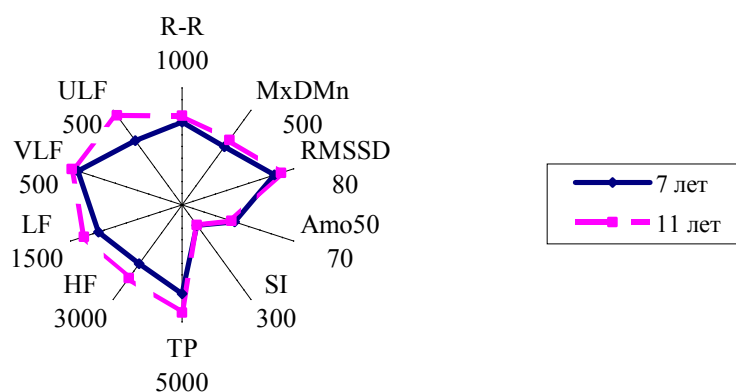


Рис. 27. Сравнение показателей ВРС у детей 7 и 11 лет с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

Таким образом, при анализе возрастных изменений ВРС у детей III группы установлено, что с 7 до 11 лет происходит совершенствование кардиорегуляторных механизмов (увеличиваются значения R-R, MxDMn, RMSSD, pNN50, TP, HF, HF% и снижаются показатели AMo, SI, LF, LF%). Этот процесс носит колебательный характер, для этого достаточно проследить за возрастной динамикой изменений показателей RMSSD и SI, HF и LF (табл. 9, рис. 28, 29).

Установлено, что у детей этой группы активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС с увеличением возраста изменяется диаметрально противоположно. Так, от 7 до 8 лет и с 9 до 10 лет происходит увеличение активности симпатического отдела ВНС и ослабление парасимпатических влияний на деятельность сердца (увеличение SI, LF и уменьшение RMSSD и HF). С 8 до 9 и с 10 до 11 лет, наоборот, выявлено усиление парасимпатических и ослабление симпатических влияний (снижение SI, LF и увеличение RMSSD и HF), т.е. происходит изменение взаимоотношений между двумя отделами.

Выявленные возрастные изменения со стороны регуляторных систем подтверждают данные о том, что постоянство внутренней

среды организма – гомеостаз – обеспечивается активными физиологическими процессами, протекающими в различных условиях и имеющими колебательный характер.

Регуляторные системы с помощью обратных связей удерживают колебательные процессы в определенных пределах, обеспечивая периодичность и последовательность биологических ритмов. Это, по-видимому, является основой сохранения оптимальной регуляции сердечного ритма.

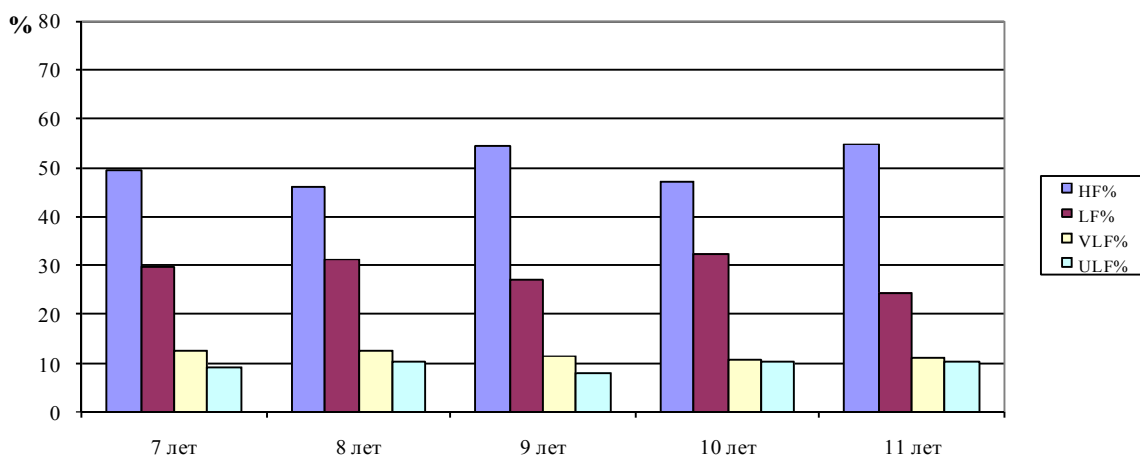


Рис. 28. Возрастная динамика относительных значений составляющих спектра ВСР у одних и тех же детей с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа)

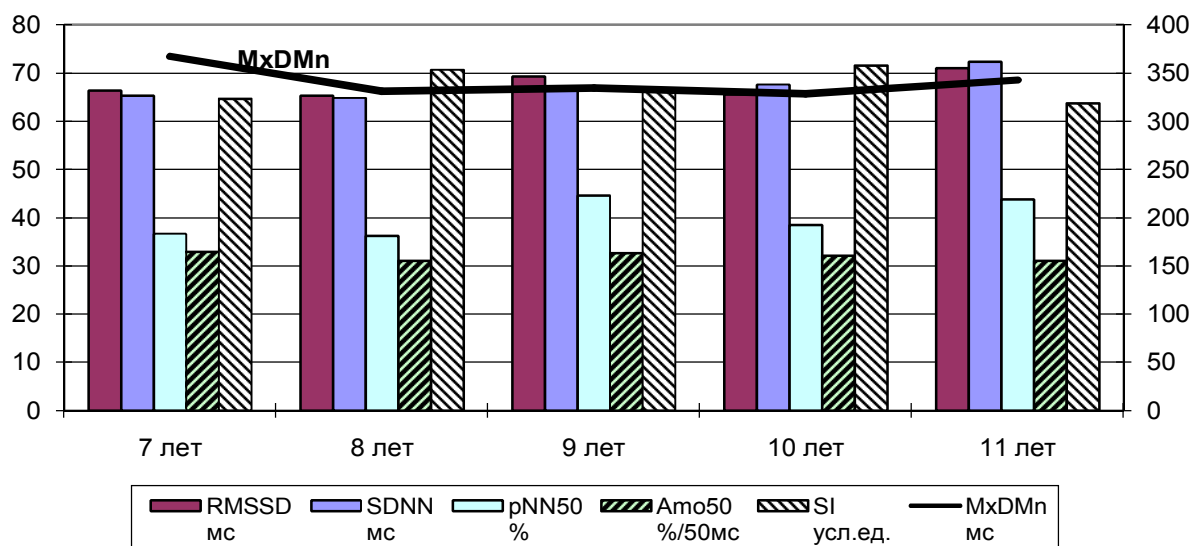


Рис. 29. Возрастная динамика показателей ВСР у детей с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа)

При гендерном анализе ВСР у одних и тех же детей III группы установлено, что у мальчиков меньше суммарная амплитуда дыхательных волн (HF) и больше вазомоторных волн (LF). Как для мальчиков, так и для девочек характерны колебательные процессы в созревании регуляторных систем (рис. 30).

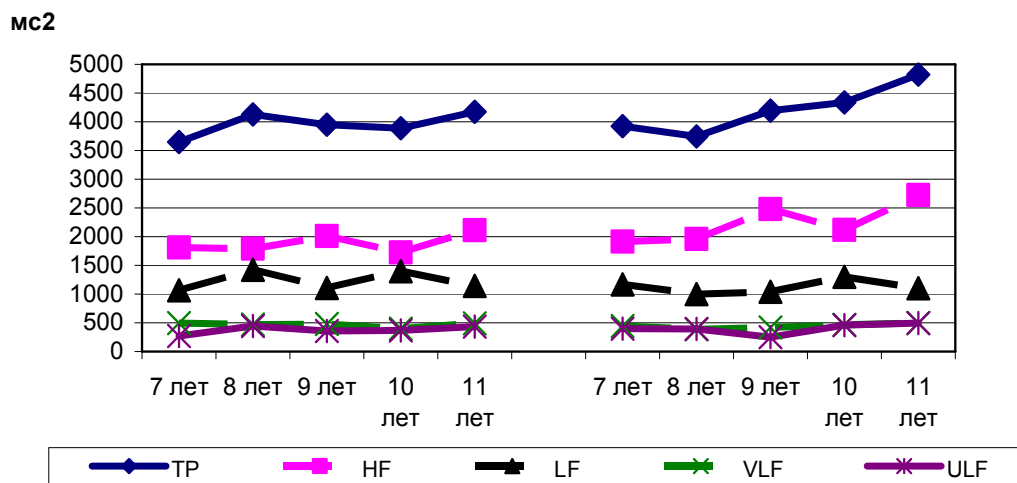


Рис. 30. Возрастные изменения показателей медленно-волновой структуры спектра ВСР у мальчиков и девочек с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа)

2.4. Анализ ВСР у детей 7-11 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма

Согласно проведенному анализу ВСР, в группу с выраженным преобладанием автономной регуляции (ВПАР) сердечного ритма (IV группа) были отнесены дети с большим разбросом кардиоинтервалов ($MxDMn$), низкими значениями SI (<30), с большими значениями VLF (>500), очень высокими показателями суммарной мощности спектра TP (>8000), абсолютной и относительной, соответственно, мощности высокочастотных волн HF ($> 5000\text{мс}^2$, $>60\%$).

Анализ ВСР у 74 детей 7-летнего возраста выявил у 18 (24,3%) (6 мальчиков и 12 девочек) выраженное преобладание автономной регуляции (ВПАР) сердечного ритма (IV группа). Данный тип в этом возрасте мы относим к неблагоприятному функциональному состоянию регуляторных систем, управляющих ритмом сердца.

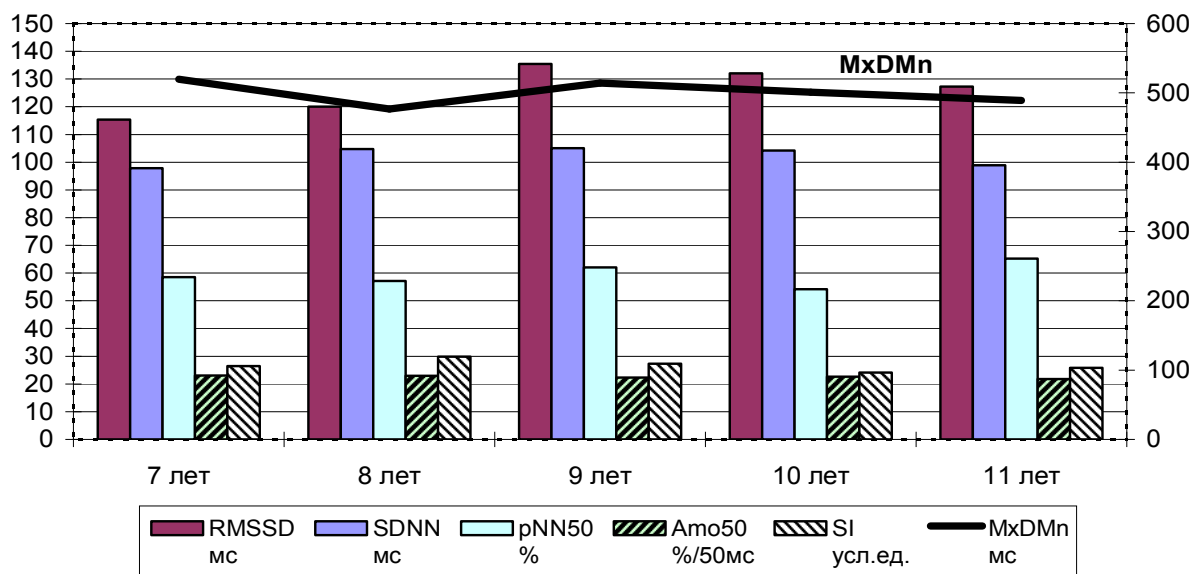


Рис. 31. Динамика временных показателей ВСР у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

У детей IV группы, по сравнению с детьми I, II и III групп, существенно больше значения R-R и разброс (MxDMn) кардиоинтервалов, коэффициента вариации (CV), самые большие значения дисперсии (D) и суммарной площади спектра (TP), и выраженности дыхательных волн (HF), как в абсолютных (HFмс²), так и в относительных значениях (HF%), и малый SI (табл. 10).

Известно: чем больше дисперсия ВСР, тем больше информации содержится в выборке событий. Общий объем информации, характеризующий текущее функциональное состояние организма, и дисперсия находятся в прямо пропорциональной зависимости, что определяет высокую прогностическую значимость дисперсии ВСР при оценке тяжести функционального состояния организма (Мамий В.И., 2003). Поэтому, при анализе ВСР как чрезмерно большие значения D, так и крайне малые должны настораживать исследователя.

В 7-летнем возрасте разброс значений MxDMn составили от 398 до 577 мс ($S=528,9\pm34,2$), CV - от 10% до 17% ($S=12,7\pm0,5$), D - от 7984 до 17813 мс² ($S=9799\pm701$), SI - от 21 до 33 усл.ед. ($S=25,6\pm3,4$), TP - от 7584,6 до 14917,3 мс² ($S=8447,7\pm659,6$), HF - от 2879,5 до 11891 мс² ($S=5311,6\pm552$), LF - от 1700 до 3110 мс² ($S=2199,0\pm236,7$),

VLF - от 470 до 736 мс² ($S=586,6\pm78,9$), ULF - от 240 до 400 мс² ($S=380,1\pm79,2$). Основной тип спектра: HF>LF>VLF>ULF.

В этом возрасте не установлено гендерных различий между показателями ВСР (рис. 32).

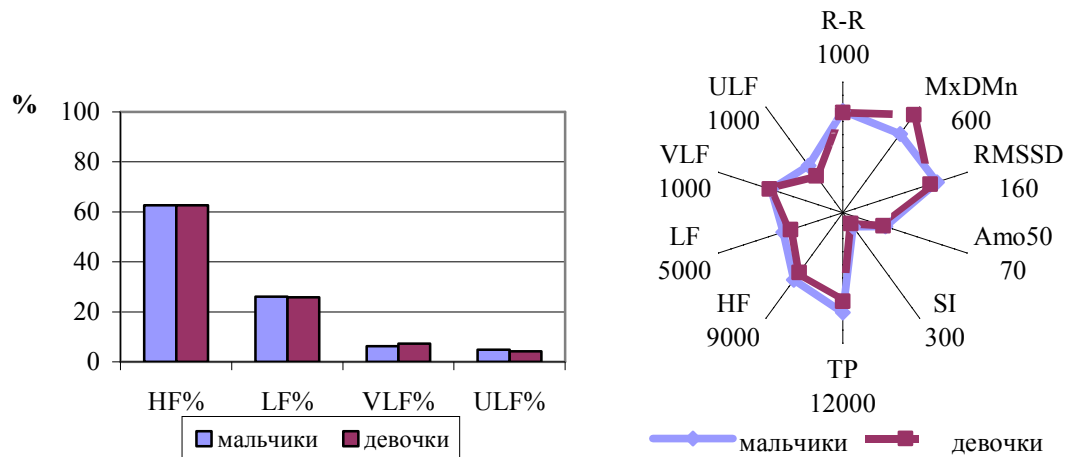


Рис. 32. Гендерные различия ВСР у детей 7 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

При анализе ВСР у 71 школьника 8-летнего возраста было выявлено 13 детей (18,3%) с выраженным преобладанием автономной регуляции. В этом возрасте, по сравнению с предыдущим, не выявлено достоверных различий между показателями ВСР (табл. 10). В 8-летнем возрасте разброс показателей ВСР составил для R-R - от 622 до 848 мс ($S=752,7\pm17,5$), MxDMn - от 355 до 605 мс ($S=477,4\pm22,7$), RMSSD - от 91 до 163 мс ($S=120,2\pm8,2$), CV - от 10,9 до 18,2% ($S=14,1\pm0,7$), Д - от 7733 до 17759 мс² ($S=10918,3\pm1114$), AMO50 - от 14,5 до 29,3 %/50 мс ($S=22,9\pm1,3$), SI - от 16 до 32 усл. ед. ($S=29,9\pm4,4$), TP - от 5962 до 13380 мс² ($S=9250\pm855,1$), HF - от 3819,9 до 9316 мс² ($S=5857,9\pm670,3$), LF - от 921 до 3033 мс² ($S=2492\pm269,6$), VLF - от 201 до 714 мс² ($S=561,1\pm96,1$), ULF - от 124 до 692 мс² ($S=337\pm91,0$). Основной тип спектра в этом возрасте HF>LF>VLF>ULF.

Таблица 10

Показатели ВСП у детей в возрасте от 7 до 11 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа)

	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	Amo50 %/50 мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLf мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLf %	ULF %
7 лет	78,4	771,9	528,9	115,3	23,1	26,5	8447,7	5311,6	2199,0	586,6	380,1	62,8	25,9	6,9	4,5
	±1,8	±17,9	±34,2	±5,8	±1,0	±3,4	±659,9	±552,9	±236,7	±78,9	±79,2	±3,3	±2,4	±1,1	±1,0
8 лет	80,1	752,7	477,4	120,2	22,9	29,9	9250,0	5857,8	2492,0	561,1	337,0	63,3	27,0	6,1	3,6
	±1,9	±17,5	±22,7	±8,2	±1,3	±4,0	±855,1	±670,6	±269,6	±95,1	±91,0	±3,5	±2,8	±1,0	±1,9
9 лет	69,9*	855,0*	515,0	135,5	22,3	27,3	9760,0	6880,0	2043,0	436,0	401,0	70,5	20,9	4,5	4,1
	±2,5	±29,8	±31,6	±15,0	±1,5	±3,3	±704,0	±764,3	±202,0	±47,6	±62,9	±4,0	±2,4	±1,2	±0,8
10 лет	68,8	874,0	501,0	132,0	22,7	24,1	9570	6508,0	2080,0	541,0	441,0	68,0	21,7	5,7	4,6
	±2,7	±20,4	±14,7	±14,8	±2,5	±2,0	±855,0	±606,0	±730,0	±115,0	±96,0	±12,5	±5,1	±4,8	±6,8
11 лет	69,7	865,0	489,0	127,2	21,8	25,8	9305,0	6076,0	2089,0	663,3	466,0	65,4	22,5	7,1	5,0
	±2,7	±29,0	±18,0	±7,0	±1,1	±2,7	±503,4	±478,9	±255,0	±42,2	±86,8	±2,9	±2,6	±0,8	±1,1

* - достоверные различия показателей по сравнению с предыдущим возрастом при $P < 0,05$

У мальчиков выявлена тенденция к более выраженному преобладанию автономной регуляции сердечного ритма, об этом свидетельствует больший разброс кардиоинтервалов ($MxDMn$), большие значения $RMSSD$, TP , HF , ULF , $HF\%$, $ULF\%$ (рис. 33).

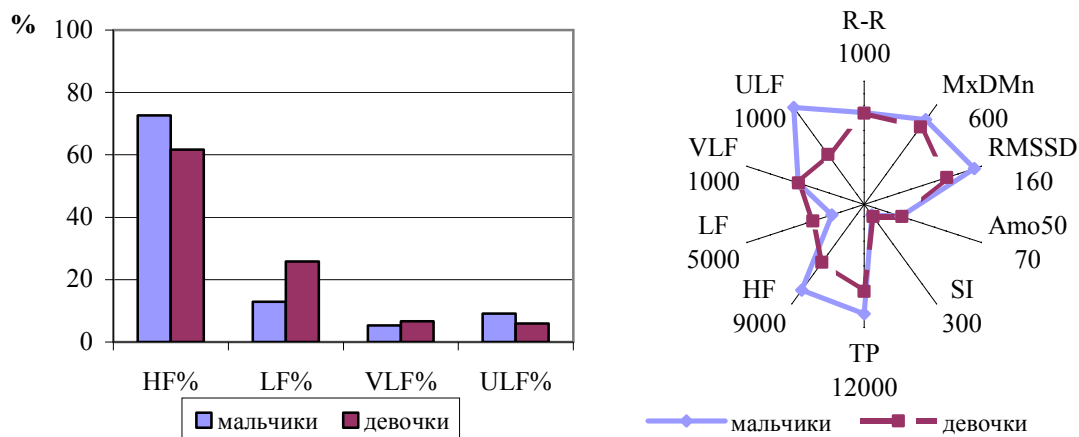


Рис. 33. Гендерные различия ВСР у детей 8 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

В 9-летнем возрасте анализ ВСР проводился у 50 школьников, из них 11 детей (6 мальчиков и 5 девочек) имели выраженное ПАР сердечного ритма (IV группа).

При сравнении показателей ВСР у 9 и 8-летних детей этой группы установлено, что в возрасте 9 лет существенно реже ЧСС ($t=3,3$ $P<0,05$), больше значение $R-R$ ($t=3,3$ $P<0,05$), Mx и Mn ($t=2,8$ и $2,4$ $P<0,05$), MO ($t=2,42$ $P<0,05$), $MxDMn$, $RMSSD$, TP HF , LF и меньше значения SI , VLF и ULF . Обращает на себя внимание выраженный разброс ($MxDMn$) кардиоинтервалов при более частом пульсе.

Разброс основных показателей ВСР в этом возрасте составил: $R-R$ - от 752 до 1040 мс ($S=855\pm29,8$), $MxDMn$ - от 451 до 723 мс ($S=515\pm31,6$), $PNN50$ - от 51 до 72% ($S=62\pm2,9$), CV - от 10,3 до 15% ($S=12,5\pm0,9$), D - от 7015 до 19032 мс² ($S=11430\pm1002$), $AMO50$ - от 14,7 до 23,8 %/50 мс ($S=22,3\pm1,5$), SI - от 10 до 33 усл. ед. ($S=27,3\pm2,3$), TP - от 6150,8 до 19739 мс² ($S=9760\pm704$), HF - от 3964 до 11949 мс² ($S=6880\pm764$), LF - от 1057,6 до 3041 мс² ($S=2043\pm202$), VLF - от 289 до 601 мс² ($S=436\pm47,6$), ULF - от 109 до 772 мс² ($S=401\pm62,9$). Основной тип спектра, как и в других возрастных группах, характеризовался выраженным преобладанием дыхательных HF волн.

При оценке гендерных различий в показателях ВСР установлено, что у мальчиков больше значения $MxDMn$, $RMSSD$, TP , HF при одинаковых показателях $R-R$ кардиоинтервалов. Относительные показатели волновой структуры спектра у мальчиков составили: $HF\%$ - 72,5%, $LF\%$ - 19,9%, а у девочек $HF\%$ - 57% и $LF\%$ - 28,7% (рис. 34).

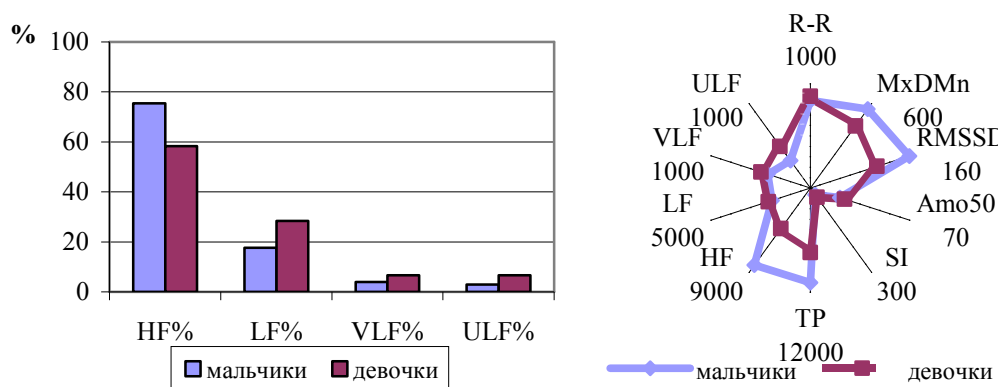


Рис. 34. Гендерные различия ВСР у детей 9 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

В 10-летнем возрасте анализ ВСР проведен у 60 школьников, из них 10 человек (11,6%) были отнесены в группу с выраженным преобладанием автономной регуляции (III группа).

В этом возрасте, по сравнению с предыдущим, реже ЧСС, больше значения $R-R$ интервалов, LF , VLF , ULF и меньше SI . При этом достоверных различий между показателями ВСР не установлено.

В этом возрасте разброс показателей ВСР составил: $R-R$ - от 763 до 962 мс ($S=874\pm20,4$), $MxDMn$ - от 431 до 675 мс ($S=501\pm14,7$), $PNN50$ - от 51,5 до 80% ($S=65,3\pm10,7$), $AMO50$ - от 14,7 до 28,9 %/50 мс ($S=22,7\pm2,5$), SI - от 10 до 29 усл. ед. ($S=24,1\pm2,0$), D - от 9618 до 21872 мс² ($S=12389,5\pm532$), TP - от 7860,7 до 19739 мс² ($S=9570\pm855$), HF - от 3742 до 15622 мс² ($S=6508\pm606$), LF - от 1894 до 4969,6 мс² ($S=2080\pm730$), VLF - от 347 до 681 мс² ($S=541\pm115$), ULF - от 143 до 712 мс² ($S=441\pm96$). Спектр ВСР характеризуется выраженным преобладанием HF волн (рис. 35). Гендерных особенностей между показателями ВСР в этом возрасте не выявлено (рис. 36).

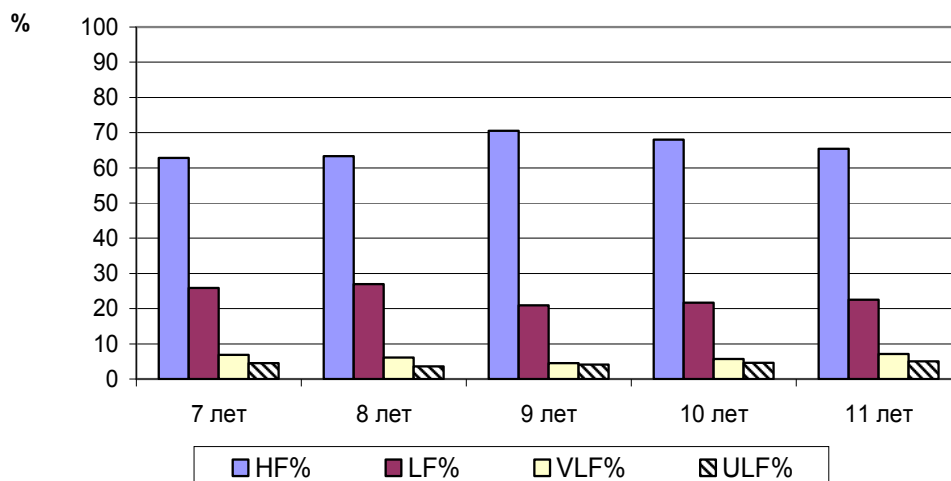


Рис. 35. Характерные особенности составляющих спектра ВСР у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа)

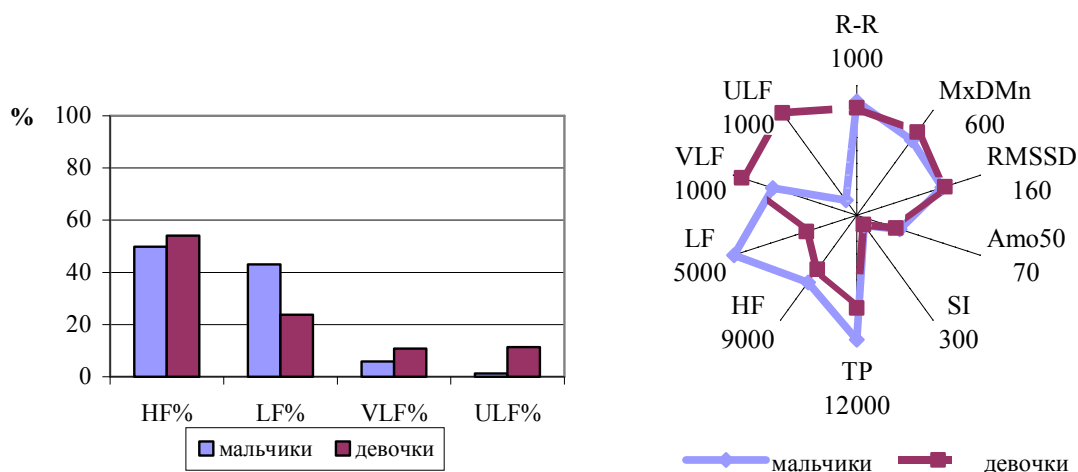


Рис. 36. Гендерные различия ВСР у детей 10 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

В 11-летнем возрасте анализ ВСР проведен у 66 детей. Из них 9 детей (13,7%) имели выраженное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (IV группа).

По сравнению с предыдущим возрастом, достоверных различий между показателями ВСР не установлено.

Разброс основных значений ВСР в этой группе составил: R-R от 787 до 969 мс ($S=864,6 \pm 29$), MxDMn - от 435 до 546 мс ($S=488,8 \pm 18$), Д - от 7845 до 13793 мс² ($S=10039,1 \pm 501$), SI - от 19 до 32 усл. ед. ($S=25,8 \pm 2,7$), TP - от 6956 до 12363 мс² ($S=9305,7 \pm 503,4$), HF - от 5123 до 8175 мс² ($S=6076 \pm 478$), LF - от 1885 до 3390 мс² ($S=2089 \pm 255$),

VLF - от 469 до 828 мс² (S=663,3±42,2), ULF - от 260 до 835 мс² (S=466±86,8).

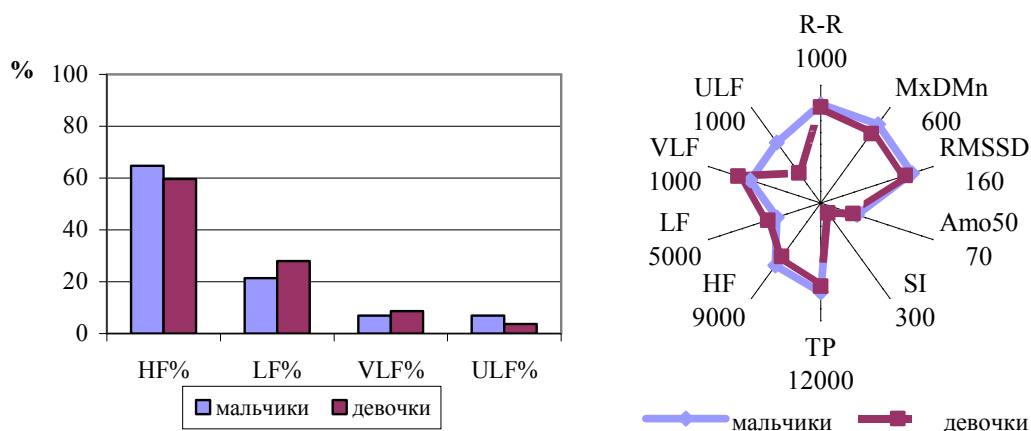


Рис. 37. Гендерные различия ВСП у детей 11 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

Основной тип спектра, как и в предыдущих возрастных группах, заключается в выраженном преобладании мощности HF волн (табл. 10). Гендерных различий в показателях ВСП в этом возрасте не установлено (рис. 37).

При анализе возрастных различий в показателях ВСП у детей 7 и 11 лет установлено, что в 11 лет реже ЧСС, больше значение R-R интервалов при меньшем разбросе MxDMn кардиоинтервалов. У них больше RMSSD, TP, HF, VLF, ULF. При этом достоверных сдвигов не установлено (рис. 38-40).

Наблюдаемое у детей младшего школьного возраста удлинение R-R кардиоинтервалов и увеличение значений Mx и MxDMn подтверждают выраженность парасимпатической регуляции на ритм сердца.

Считается, что смещение водителя ритма не всегда обусловлено влияниями вегетативной нервной системы. Это явление отражает феномен ускользания функционирования СА-узла из-под нейрогуморального контроля. Поэтому, регистрируемые во всех возрастных группах малый SI, очень высокие значения TP и HF волн спектра на фоне нормокардии или брадикардии нужно трактовать как несовершенство (незрелость) или дисфункцию в состоянии регуляторных механизмов у детей младшего возраста.

Кроме того, у детей с избыточной парасимпатической активностью, часто встречаемые аритмии, вероятно, являются не только ре-

зультатом дисрегуляции центральной и вегетативной нервной системы. Это может быть связано с множеством других причин. На этот вопрос должны дать ответ педиатры и кардиологи после тщательных клинических исследований. Простота и быстрота оценки ВСР делают данный метод важным для оперативного контроля вероятности патологических состояний (Баевский Р.М., 1967).

Многочисленные клинические наблюдения о роли дисфункции центральной и вегетативной нервной системы в возникновении аритмий подтверждены экспериментальными исследованиями, доказывающими, что раздражение гипоталамуса, ствола мозга может развивать различные аритмии. Очагам хронической инфекции, пре- и пубертатному периодам придается определенное значение в возникновении аритмий (Кубергер М.Б., Белоконь М.А., 1987).

К другим факторам, провоцирующим вегетативные дисфункции, относят гиподинамию, чрезмерные физические нагрузки, неблагоприятные или резко меняющиеся техногенные влияния, аллергию и т.д. Показано, что эмоции, депрессии, фобии также сопровождаются выраженными сдвигами парасимпатического звена.

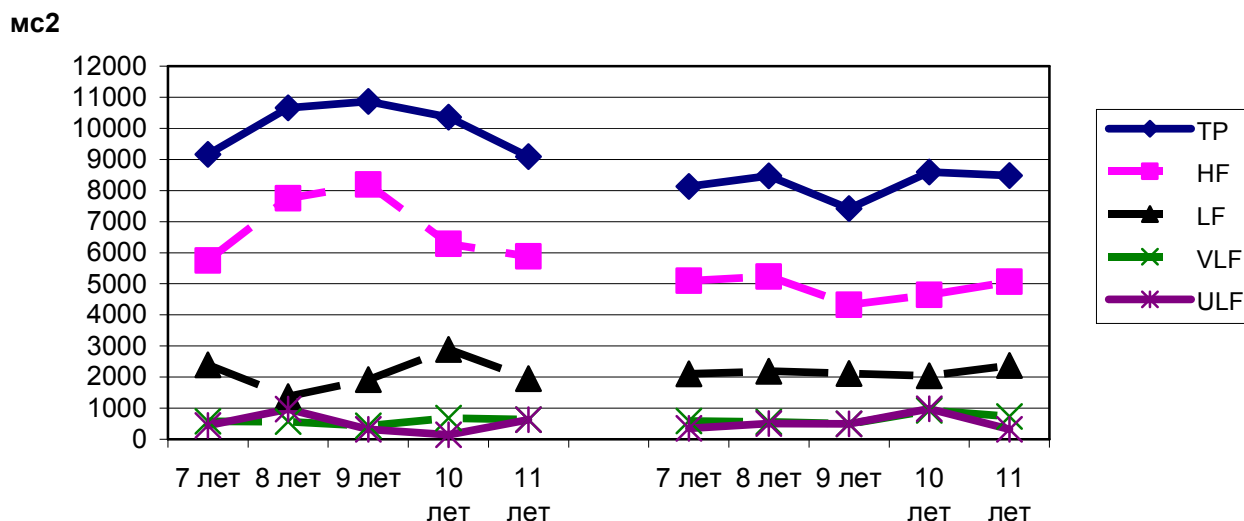


Рис. 38. Гендерные особенности составляющих спектра ВСР у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа)

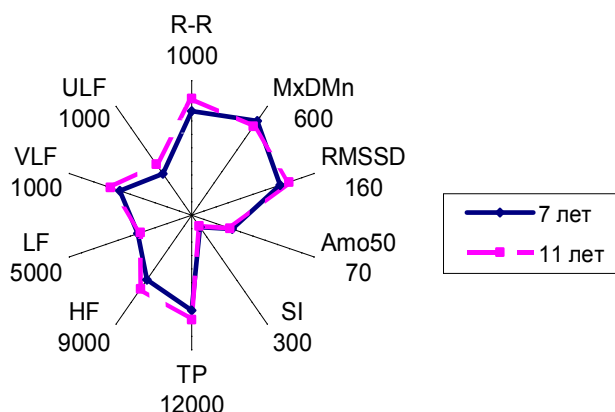


Рис. 39. Различия в показателях ВСР у детей 7 и 11 лет с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

Следовательно, в этом возрасте важно своевременно выделить «слабые звенья» в функциональном состоянии регуляторных систем. Определить патологический и физиологический характер высокой вариативности сердечного ритма у детей IV группы.

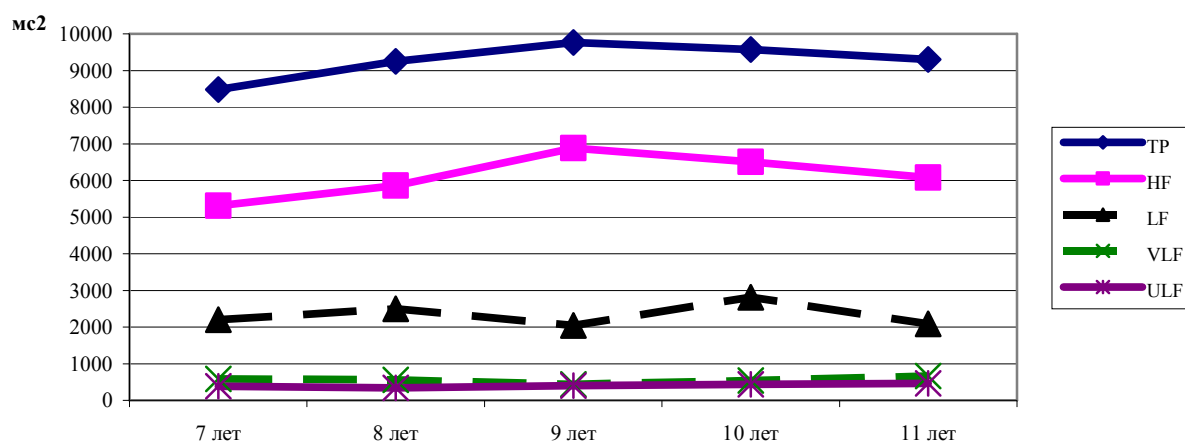


Рис. 40. Возрастные изменения медленно-волновой структуры спектра у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа)

2.5. Сравнительная характеристика показателей ВСР у младших школьников с разными типами регуляции

При сравнительном анализе показателей ВСР у младших школьников с преобладанием автономной и центральной регуляции ритма сердца установлены существенные различия. В таблицах 11 и 12 и на рисунках 41, 42 и 43 представлены результаты временного и спектрального анализа ВСР у младших школьников всех четырех групп. Согласно представленным данным, установлено, что у школьников с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I группа) по сравнению со сверстниками III группы с умеренным преобладанием автономной регуляции во всех возрастных периодах достоверно меньше значения R-R и MxDMn кардиоинтервалов, RMSSD, SDNN, pNN50, больше AMo50, AMo 7,8 и SI. Значительно ниже показатели общей мощности спектра (TP). Существенно меньше высокочастотная составляющая (HF-волны).

Данные ВСР у детей I группы указывают на избыточность симпатических влияний, высокую степень мобилизации системы кровообращения, а также свидетельствуют об увеличении активности надсегментарной составляющей генерации ритма сердца. Преобладание в структуре спектра вазомоторных волн (LF-компонента) у 80% испытуемых I группы может служить маркером возможных ранних нарушений системы регуляции сосудистого тонуса.

Для младших школьников II группы с выраженным преобладанием центральной регуляции, по сравнению со сверстниками I, III и IV групп, характерны более высокая ЧСС, самый малый разброс MxDMn кардиоинтервалов, очень высокие значения SI и самые низкие показатели спектральной функции TP, HF, LF, и особенно VLF и ULF-волн, что указывает на выраженное напряжение регуляции и сниженное текущее функциональное состояние регуляторных систем и наличие дизрегуляции (табл. 11, рис. 41, 42, 43).

Таблица 11

**Показатели вариабельности сердечного у детей от 7 до 11 лет с разными типами
регуляции сердечного ритма (M±m)**

		ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	Amo50 %/50 мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
I группа	7 лет	92,4*	656*	263,5*	33,6°	47,8 °	158,3*	1847,4 °	520,7 °	767,0*	390,5	169,2*	28,2 °	41,5 °	21,1*	9,2
		±2,6	±18,4	±21,0	±2,8	±3,4	±27,6	±203,7	±94,9	±115,9	±69,3	±34,7	±3,5	±2,4	±2,7	±1,3
	8 лет	92,1 °	654 °	239,2 °	35,6 °	47,6 °	160,1 °	1846,1 °	565,4 °	591,0 °	410,9	278,8	30,6*	32,0	22,3*	15,1
		±1,6	±13,0	±10,3	±2,8	±2,2	±12,4	±173,1	±90,0	±93,2	±37,8	±50,0	±4,0	±2,5	±2,8	±2,4
	9 лет	89,3 °	674 °	226 °	35,5 °	51,1 °	175,0 °	1894,0 °	611,3 °	712,8*	349,0*	221,2	32,3 °	37,6*	18,4 °	11,7
		±1,9	±14,6	±9,9	±1,8	±1,9	±15,8	±143,3	±53,2	±100,7	±28,6	±32,9	±2,9	±2,7	±1,2	±1,6
	10 лет	87,7	699,6	208,3 °	34,7*	51,2 °	200,0*	1762,0 °	548,9 °	596,3 °	341,3	275,4	31,2*	33,8	19,4*	15,6
		±5,1	±37,9	±19,8	±5,5	±3,5	±40,8	±260,2	±132,6	±140,1	±30,7	±94,2	±5,7	±4,5	±3,0	±4,3
	11 лет	90,9 °	656,8 °	240,4 °	37,0 °	50,5*	164,0*	2193,0 °	698,0 °	779,0*	346,0	370,0	31,8 °	35,5 °	15,8	16,9*
		±2,6	±17,6	±19,5	±3,9	±7,6	±84,2	±315,4	±124,2	±105,1	±56,6	±78,2	±2,0	±2,5	±2,0	±2,0
II группа	7 лет	94,3 °	640,0 °	222,5 °	32,4 °	54,4 °	209,0 °	1303,0 °	525,9 °	456,2 °	165,0 °	155,9*	40,3*	35,0*	12,7	12,0
		±1,7	±12,0	±12,9	±2,1	±2,2	±17,3	±89,6	±65,7	±41,0	±11,7	±29,9	±3,3	±2,2	±1,1	±2,0
	8 лет	91,5 °	661,3 °	176,5 °	32,1 °	60,2 °	275,4 °	1194,2 °	524,5 °	377,9 °	148,9 °	142,8*	43,9	31,6	12,5	12,0
		±1,8	±13,1	±7,0	±1,9	±2,0	±20,3	±100,8	±58,6	±42,3	±12,8	±20,4	±3,4	±1,8	±1,9	±1,6
	9 лет	85,5*	703,0*	217,0 °	34,0 °	56,0*	200,2*	1414,0 °	632,0 °	434,0 °	143,0 °	204,9	44,6*	30,7	10,1	14,5*
		±2,3	±20,2	±20,0	±4,1	±7,2	±45,3	±305,2	±80,0	±40,1	±28,7	±45,4	±5,2	±1,3	±1,3	±4,8
	10 лет	90,8*	663,8*	181 °	35 °	61,9 °	289,2 °	1317,3 °	590,6 °	414,0 °	132,9 °	179,8*	44,8	31,4	10,1	13,7
		±2,0	±13,8	±11,1	±3,6	±4,0	±42,7	±185,8	±110,1	±60,0	±19,1	±39,7	±3,5	±2,8	±1,4	±2,9
	11 лет	90,8 °	659,6 °	186 °	32,6 °	62,3 °	311,7 °	1293,0 °	538,5 °	425,3 °	156,8 °	171,3 °	41,6 °	32,9*	12,1	13,2
		±2,5	±18,2	±11,6	±2,9	±4,4	±51,2	±140,0	±70,2	±53,0	±15,8	±32,0	±2,2	±1,9	±1,3	±1,8

Продолжение таблицы 11

		ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	Amo50 %/50 мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
III группа	7 лет	84,9	709,0	367,0	66,3	33,0	64,6	3801,0	1869,1	1123,0	467,0	340,6	49,2	29,5	12,2	9,1
		±1,2	±10,0	±19,3	±2,2	±1,2	±3,4	±201,0	±118,9	±86,9	±55,7	±61,6	±2,2	±1,4	±1,4	±1,4
	8 лет	83,0	725,0	331,9	65,2	33,5	70,6	3936,7	1810,5	1229,0	492,1	405,8	46,0	31,2	12,5	10,3
		±1,1	±9,8	±10,5	±3,2	±1,8	±4,9	±203,8	±169,3	±136,0	±31,7	±85,3	±2,2	±2,0	±0,9	±2,1
	9 лет	78,1	774,0	334,1	69,2	32,6	66,4	3997,7	2170,0	1068,0	449,1	311,0	54,3	26,7	11,2	7,8
		±1,6	±15,2	±10,9	±3,8	±1,2	±4,9	±256,4	±214,3	±115,8	±34,9	±68,3	±2,6	±2,3	±0,7	±1,7
	10 лет	80,2	737,8	328,2	65,5	32,4	71,5	4167	1968	1338,3	438,0	422,3	47,2	32,1	10,5	10,2
		±2,9	±22,0	±14,6	±6,0	±1,8	±8,4	±347,0	±341,7	±200,6	±35,3	±67,3	±3,5	±3,1	±1,6	±1,7
IV группа	7 лет	78,4*	771,9*	528,9*	115,3 °	23,1 °	26,5 °	8447,7 °	5311,6 °	2199,0 °	586,6	380,1	62,8*	25,9	6,9*	4,5*
		±1,8	±17,9	±34,2	±5,8	±1,0	±3,4	±659,9	±552,9	±236,7	±78,9	±79,2	±3,3	±2,4	±1,1	±1,0
	8 лет	80,1	752,7	477,4 °	120,2 °	22,9 °	29,9 °	9250,0 °	5857,8 °	2492,0 °	561,1	337,0	63,3 °	27,0	6,1 °	3,6*
		±1,9	±17,5	±22,7	±8,2	±1,3	±4,0	±855,1	±670,6	±269,6	±95,1	±91,0	±3,5	±2,8	±1,0	±1,9
	9 лет	69,9*	855,0*	515,0 °	135,5 °	22,3 °	27,3 °	9760,0 °	6880,0 °	2043,0 °	436,0	401,0	70,5*	20,9	4,5 °	4,1
		±2,5	±29,8	±31,6	±15,0	±1,5	±3,3	±1031,5	±704,3	±202,0	±47,6	±62,9	±4,0	±2,4	±1,2	±0,8
	10 лет	68,8*	874*	501 °	132 °	22,7*	24,1 °	9570 °	6508,0*	2080,0	541,0	441,0	68,0	21,7	5,7	4,6
		±2,7	±20,4	±14,7	±14,8	±2,5	±2,0	±855,0	±1246,5	±730,0	±115,0	±96,0	±12,5	±5,1	±4,8	±6,8
11 лет	11 лет	69,7	865,0	489,0	127,2	21,8	25,8	9305,0°	6076,0	2089,0	663,3	466,0	65,4	22,5	7,1	5,0
		±2,7	±29,0	±18,0	±7,0	±1,1	±2,7	±503,4	±478,9	±255,0	±42,2	±86,0	±2,9	±2,6	±0,8	±1,1

* - достоверные различия показателей относительно III группы при P<0,05

° - достоверные различия показателей относительно III группы при P<0,001

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

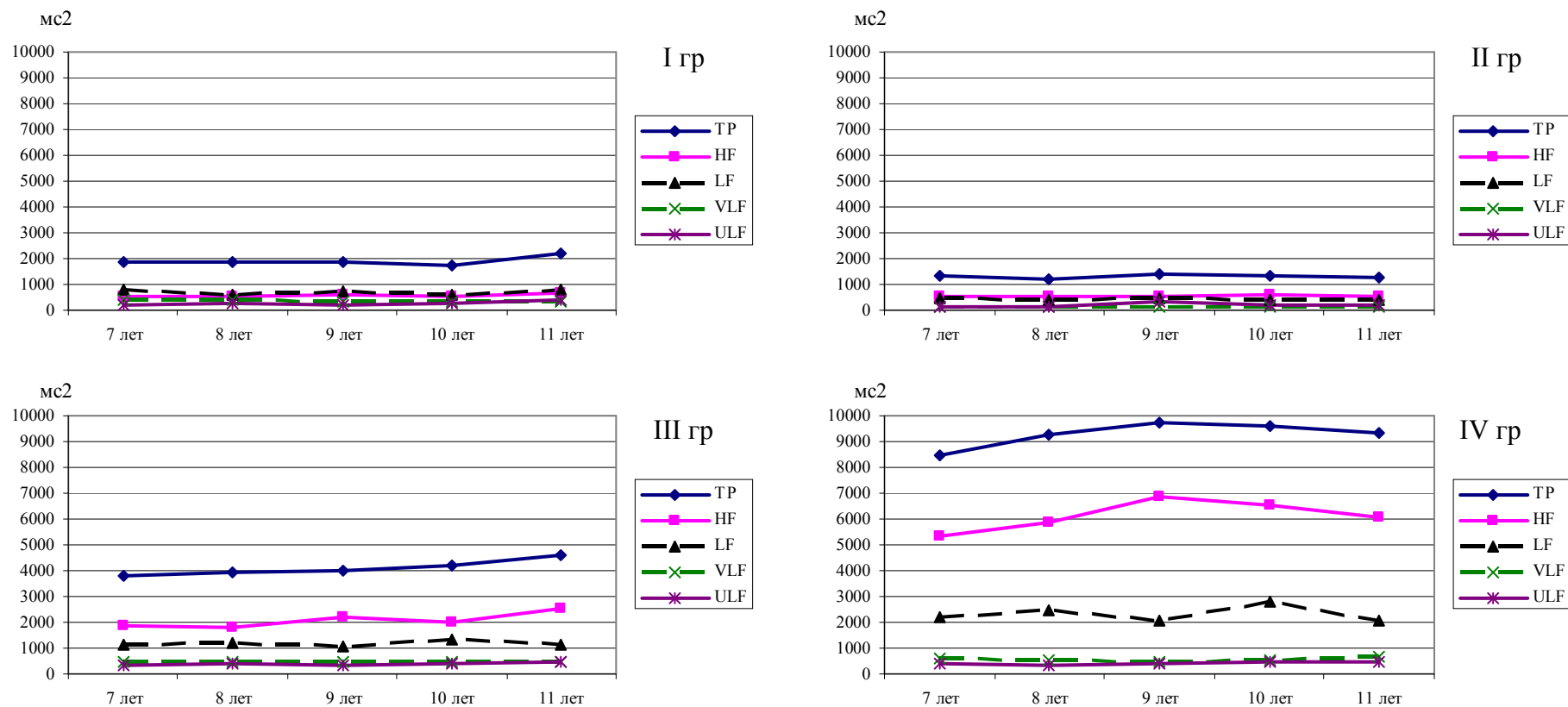


Рис. 41. Возрастные особенности медленно-волновой структуры спектра ВСП у исследуемых от 7 до 11 лет с разными типами регуляции сердечного ритма

- I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;
 II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;
 III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;
 IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

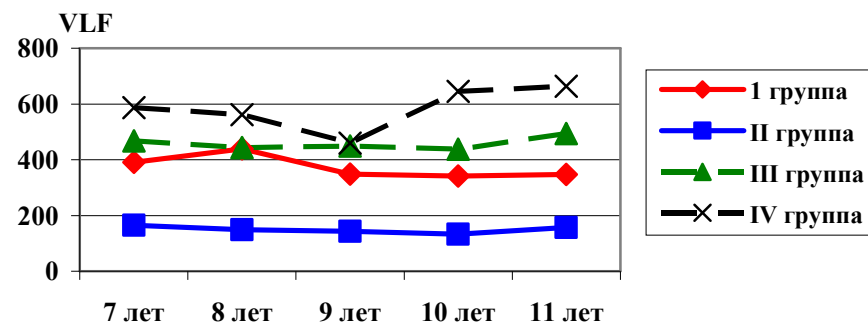
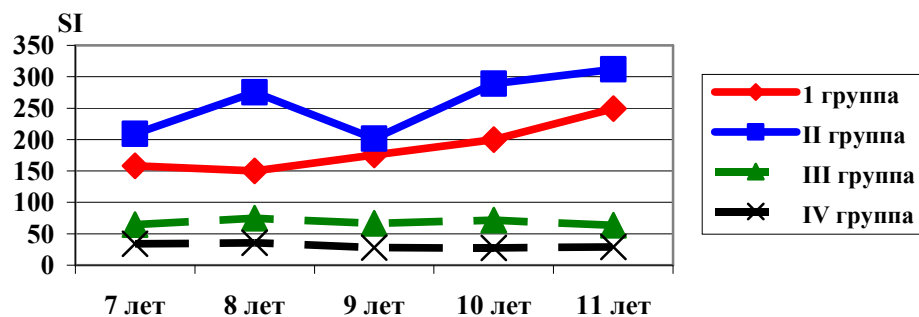
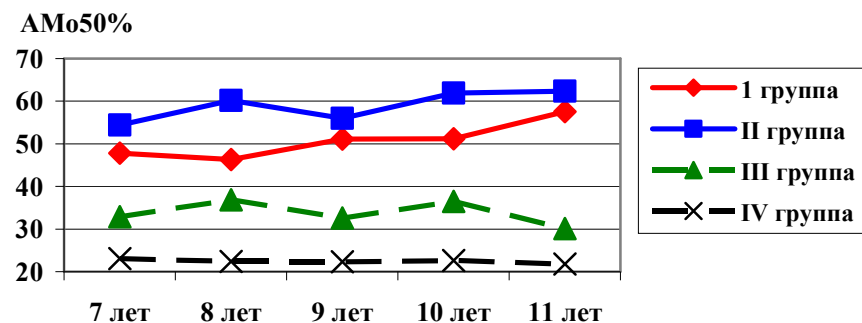
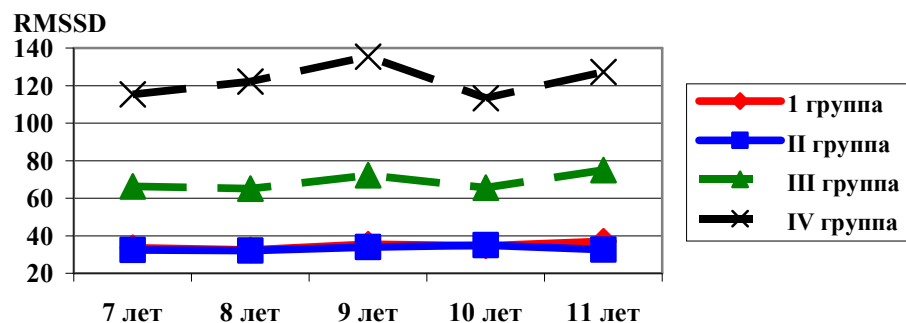
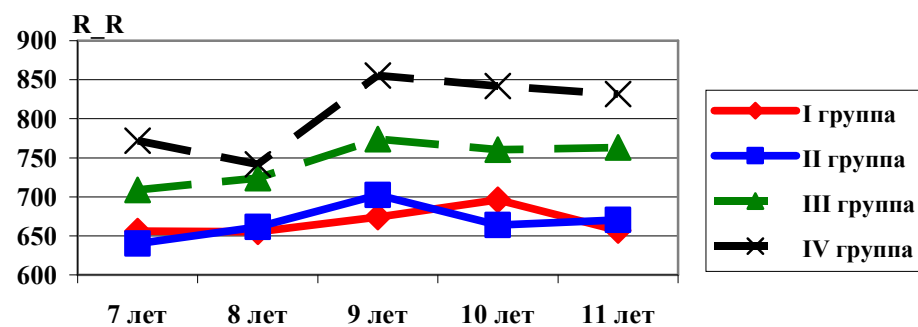
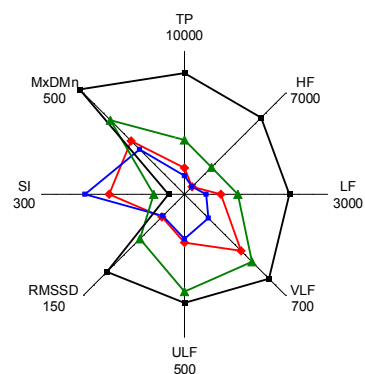
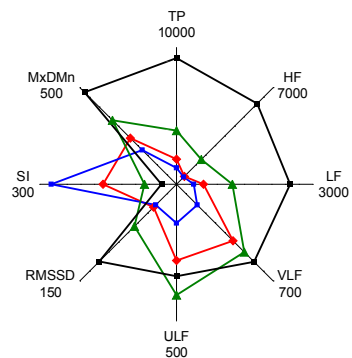


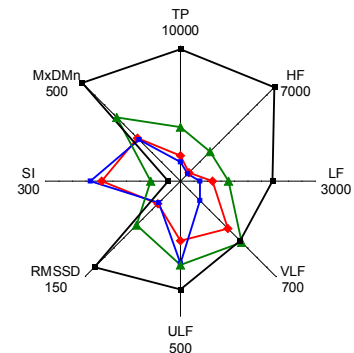
Рис. 42. Возрастная динамика показателей ВСР у одних и тех же детей от 7 до 11 лет с разными типами регуляции сердечного ритма



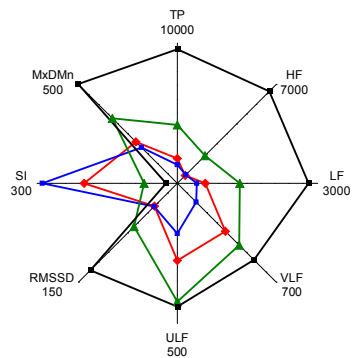
7 лет



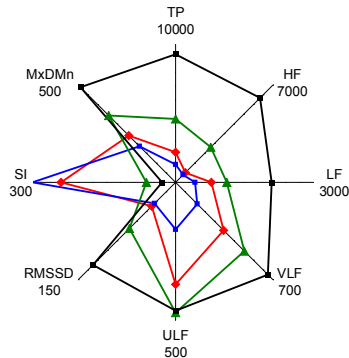
8 лет



9 лет



10 лет



11 лет

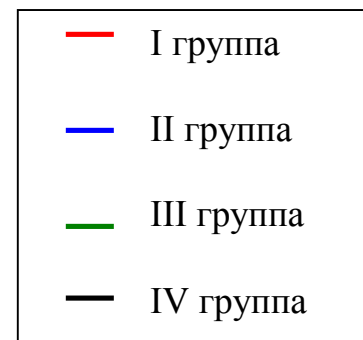


Рис. 43. Сравнительная оценка показателей ВСР у школьников 7-11 лет с разными типами регуляции сердечного ритма

Таким образом, детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) можно отнести к «группе риска». Подобное состояние регуляторных систем может служить маркером донозологических состояний, перенапряжения и переутомления. Это предположение согласуется с данными анализа ВСР, полученными нами при многолетних исследованиях ВСР у одних и тех же детей. Дети, которые в начале трехлетних исследований были отнесены к II группе, в 70% случаев сменили эту группу (Сапожникова Е.Н, 2003; Синяк Е.Д, 2003; Лаврова Н.Ю., 2003). То есть, при нормализации функционального состояния регуляции эти дети переходили в I или III группы.

У младших школьников с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа), по сравнению с испытуемыми I и II групп, достоверно больше длительность R-R и разброс MxDMn кардиоинтервалов, существенно большие значения RMSSD, SDNN, pNN50, меньше SI, умеренно выражена суммарная мощность TP и медленно-волновая структура спектра (HF, LF, VLF, ULF), умеренное преобладание HF% над LF% волнами, что свидетельствует о наиболее оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными структурами регуляции сердечного ритма.

Умеренное преобладание дыхательных волн (HF) в структуре спектра ВСР у младших школьников III группы согласуется с представлениями об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце и является показателем возрастного совершенства регуляторных систем организма. Подобное состояние ВСР можно принять за физиологическую норму функционального состояния регуляторных систем, отражающих высокие адаптивные возможности организма. Предположение о наличии физиологической «нормы» ВСР у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции подтверждают данные анализа ВСР, проведенного сотрудниками лаборатории (Жужгов А.П., 2003; Красноперова Т.В., 2005; Шумихина И.И., 2005) у 640 спортсменов (10-22 лет), в результате которого в 65-72% случаев (независимо от возраста, пола и специфики спорта) было выявлено умеренное преобладание автономной регуляции.

Таблица 12

Средние показатели ВСР у исследуемых 7-11 лет с разными типами регуляции сердечного ритма (Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., 2006)

Группа	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	AMo50 50/%	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
I	90,6*	667,6*	232,4°	34,6°	50,8°	186,6*	1903,0°	596,4°	663,8*	373,2	269,5	30,7°	34,6	20,7*	14,1
	±2,8	20,3	±16,1	±3,4	±3,7	±36,2	±219,2	±99,0	±111,0	±44,6	±58,0	±3,6	±2,9	±2,4	±2,3
II	90,6°	667,6°	196,5°	33,2°	58,9°	257,4°	1303,7°	542,3°	421,3°	149,4°	190,8*	40,3*	32,3	12,5	14,9
	±2,1	15,5	±12,5	±2,9	±4,0	±37,4	±164,3	±96,3	±59,6	±17,6	±40,1	±3,5	±2,0	±1,4	±2,6
III	81,0	746,2	343,5	68,8	32,3	68,2	4093,0	2067,1	1175,1	458,3	391,5	49,4	28,7	11,8	10,0
	±1,6	14,9	±14,7	±4,0	±1,3	±5,4	±316,0	±223,5	±131,8	±40,8	±68,3	±2,6	±2,1	±1,1	±1,7
IV	75,1*	808,5*	488,3°	122,7°	22,4°	30,8°	9003,2°	5626,6°	2209,9*	627,7	539,0	61,0	25,0	7,6*	6,4
	±2,3	25,0	±30,5	±10,2	±1,5	±3,4	±843,3	±842,1	±339,9	±120,2	±188,7	±5,2	±3,1	±1,8	±2,3

* - достоверные различия показателей ВСР по сравнению с данными III группы при P<0,05;

° - достоверные различия показателей ВСР по сравнению с данными III группы при P<0,001;

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

Следовательно, дети с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма имеют готовую физиологическую «платформу» для начала занятий спортом. Речь идет о том, что для занятий спортом необходимо отбирать детей III группы, то есть с нормальным уровнем функционирования синусового узла.

При сравнении показателей ВСР у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) с исследуемыми I, II и III групп выявлено, что у детей IV группы самые большие средние значения R-R, Mx и MxDMn кардиоинтервалов, RMSSD, pNN50 и самые низкие показатели AMo50 и SI. У этих детей, наряду с очень низкими показателями SI, выявлены самые высокие значения суммарной мощности спектра (TP) и составляющих спектра HF, LF, VLF, ULF волн. В этой группе суммарная мощность спектра (TP) была выше, чем в I, II и III группах, соответственно, на 54,5%, 85,5%, 79,9%. Из спектральных составляющих ВСР в наибольшей степени увеличен высокочастотный компонент (HF). Суммарная мощность дыхательных (HF) волн в этой группе, по сравнению с I, II и III группами, была выше, соответственно, на 63,3%, 90,3%, 89,3%. Низкочастотный компонент спектра (LF) также был самым высоким в IV группе по сравнению с III, II и I, соответственно, на 46,8%, 80,9% и 69,9%. Однако стоит заметить, что несмотря на более выраженные абсолютные значения вазомоторных волн (LF), относительные показатели (LF%) были самыми низкими по сравнению с другими группами. Это говорит о том, что при сравнении показателей спектральной функции у лиц с разными типами регуляции необходимо учитывать как абсолютные, так и их относительные значения.

При анализе ВСР выраженное преобладание автономной регуляции (IV группа) встречается у детей 7-11 лет с ранней спортивной специализацией при форсированных физических нагрузках (гимнастика, футбол, хоккей). В таблице 13 представлены данные, полученные Кирилловой Т.Г. (2009) при анализе ВСР у гимнастки 8 лет в недельном цикле тренировки. В таблице 13 отражено увеличение показателей ВСР (R-R, MxDMn, TP, HF, HF%, LF, ULF) от начала к концу недельного цикла тренировки. Подобные изменения в показателях ВСР указывают на резкую активизацию автономной регуляции, что является показателем специфической направленности данного вида спорта.

Динамика показателей ВСР у гимнастки 8 лет в недельном цикле тренировки в покое до тренировки

Занятия №	R-R, мс	MxDMn, мс	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %
1	664	328	93	4771	2961	689	545	575	71
2	745	456	65	9081	6249	1082	325	1426	81,6
3	762	494	37	12910	9504	1963	744	698	78
4	764	519	38	11594	9017	1629	192	756	83
5	709	452	51	8199	5391	1056	432	1320	78
6	787	500	34	12578	9783	1311	445	1040	85

А увеличение R-R и разброса кардиоинтервалов (MxDMn), снижение SI и наряду с этим резкое увеличение значений TP, HF, HF% и ULF после 6 занятия указывают на выраженное утомление.

Выявляемая высокая частота аритмий у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции, в частности, многофокусный ритм, синдром слабости синусового узла и др. влияет на интерпретацию спектральных показателей ВСР. Синдром слабости синусового узла (СССУ) у детей связан с выраженной ваготонией и носит название – функциональный СССУ. Однако СССУ может иметь в своей основе органические изменения в сердце. СССУ представляет комплекс различных нарушений ритма и проводимости.

Данные анализа ВСР у младших школьников IV группы должны особенно заинтересовать детских кардиологов, врачей функциональной диагностики, спортивных врачей, тренеров, работающих с детьми.

Однако врачи, учителя физической культуры и тренеры, по-прежнему, определяют состояние занимающихся и степень переносимости физических нагрузок в основном по частоте сердечных сокращений (ЧСС) без учета того, что одна и та же частота сердечных сокращений в покое может скрывать за собой разную степень напряжения кардиорегуляторных систем. То есть одной и той же ЧСС могут соответствовать различные включения систем, управляющих вегетативным гомеостазом (таб. 14). Поэтому важно обращать внимание не только на количественную, но и на качественную характери-

стику ЧСС, то есть стоимость той или иной ЧСС для организма, определяемой по данным анализа ВСР.

ВСР один из важных методов, с помощью которого можно точно определить функциональное состояние регуляторных систем и адаптивные возможности организма (Баевский Р.М., Берсенева А.З., 1997). В таблице 14 приведены результаты анализа ВСР у трех младших школьников с одинаковой ЧСС. Согласно данным ВСР у исследуемых А. и Б. больше включены центральные структуры регуляции сердечного ритма, а у исследуемого В. – автономные.

Таблица 14

Основные параметры ВСР у школьников 11 лет с разными типами регуляции и одинаковой частотой сердечных сокращений

Показатели	Тип регуляции		
	УПЦР	ВПЦР	УПАР
	А.	Б.	В.
1. Частота пульса (ЧСС), уд/мин	84	83	83
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	718	724	724
3. Максимальное значение (Mx), мс	815	778	990
4. Минимальное значение (Mn), мс	613	672	575
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	202	106	415
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1,33	1,16	1,72
7. RMSSD, мс	32	17	95
8. pNN50, %	9,1	0,5	53,9
9. Среднее квадратич. отклонение (SDNN), мс	38	21	87
10. Коэффициент вариации (CV), %	5,3	2,8	12
11. Дисперсия (D), мс ²	2440	421	7501
12. Мода (Mo), мс	708	720	690
13. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	56,1	107	29,1
14. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	9,6	16,1	6,5
15. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0,506	0,637	0,379
16. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	1,68	5,79	3,88
17. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	196	701	51
18. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	2066,4	361,48	6242,35
19. Суммарная мощность HF, мс ²	706,56	131,01	3603,88
20. Суммарная мощность LF, мс ²	527,7	108,27	1429,32
21. Суммарная мощность VLF, мс ²	425,54	55,31	512,63
22. Суммарная мощность ULF, мс ²	406,59	66,89	696,53
23. Мощность HF, %	34,2	36,2	57,8

24.Мощность LF, %	25,5	29,9	22,9
25.Мощность VLF, %	20,6	15,2	8,2
26. Мощность ULF, %	19,7	18,7	11,2
27.LF/HF	0,75	0,83	0,4
28.VLF/HF	0,6	0,42	0,14
29.Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	1,35	1,25	0,54

УПЦР – умеренное преобладание центральной регуляции;

ВПЦР – выраженное преобладание центральной регуляции;

УПАР – умеренное преобладание автономной регуляции;

Так, у исследуемых А. и Б. меньше разброс ($M \times DM_n$) кардиоинтервалов, меньше значения $RMSSD$, $pNN50\%$ и $SDNN$, больше $AMo50$ и SI , меньше суммарная мощность спектра (TP), абсолютные и относительные значения компонентов спектра HF, LF, VLF и ULF. Эти данные указывают на то, что функциональное состояние регуляторных систем у школьников на момент исследования имеет существенные различия. Самое большое напряжение регуляторных систем выявлено у школьника Б. (II группа).

Поэтому, используя в практической работе контроль только за ЧСС, без учета функционального состояния регуляторных систем по данным анализа ВСР перед выполнением физической работы и сразу после нее, тренер не может определять степень переносимости нагрузки организмом и грамотно планировать тренировочные занятия. Это прямой путь к дизрегуляции и переутомлению, особенно у юных и начинающих спортсменов.

Проводимые Сапожниковой Е.Н. (2004) динамические исследования ВСР у одних и тех же испытуемых в течение 5 лет показали, что у каждого индивидуума выявленный тип регуляции (автономный или центральный) сохраняется. Речь идет о том, что при повторном воспроизведении записей ВСР у каждого индивидуума качественные показатели ВСР в норме в покое не изменяются, а имеются лишь их количественные сдвиги, которые укладываются в диапазон значений ВСР, характерных для определенного типа регуляции. При изменении типа регуляции с оптимального на дизрегуляторный происходит изменение показателей ВСР в сторону увеличения централизации (II группа) или резкого преобладания автономной регуляции (IV груп-

па), что указывает снижение функциональных и адаптивных возможностей организма. При улучшении функционального состояния дисрегуляторные проявления исчезают, и показатели ВСР приходят к «норме» (III группа).

На рисунке 44 представлены данные исследований ВСР у одних и тех же детей от 7 до 11 лет с разными типами регуляции сердечного ритма. Показано, что показатели ВСР, отражающие функциональное состояние регуляторных систем у детей I и III групп имеют существенное различие на протяжении всех 5 лет исследований. Эти данные показывают, что процессы созревания регуляторных систем у детей I и III групп происходят неодинаково.

Сохранение типа регуляции у детей в течение нескольких лет может быть обусловлено как индивидуальными особенностями созревания регуляторных систем, так и генетической детерминированностью. Об этом свидетельствуют факты сравнения показателей ВСР у детей 11 лет I группы и 7 лет III группы (табл. 12, рис. 44).

Установлено, что дети 11-летнего возраста с центральным типом регуляции по ЧСС и всем параметрам ВСР имеют большую напряженность регуляторных систем, чем дети 7-летнего возраста с автономным типом регуляции (III группа). Следовательно, для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы организм детей с центральным типом регуляции затрачивает постоянно больше усилий, нежели у детей с автономным типом регуляции.

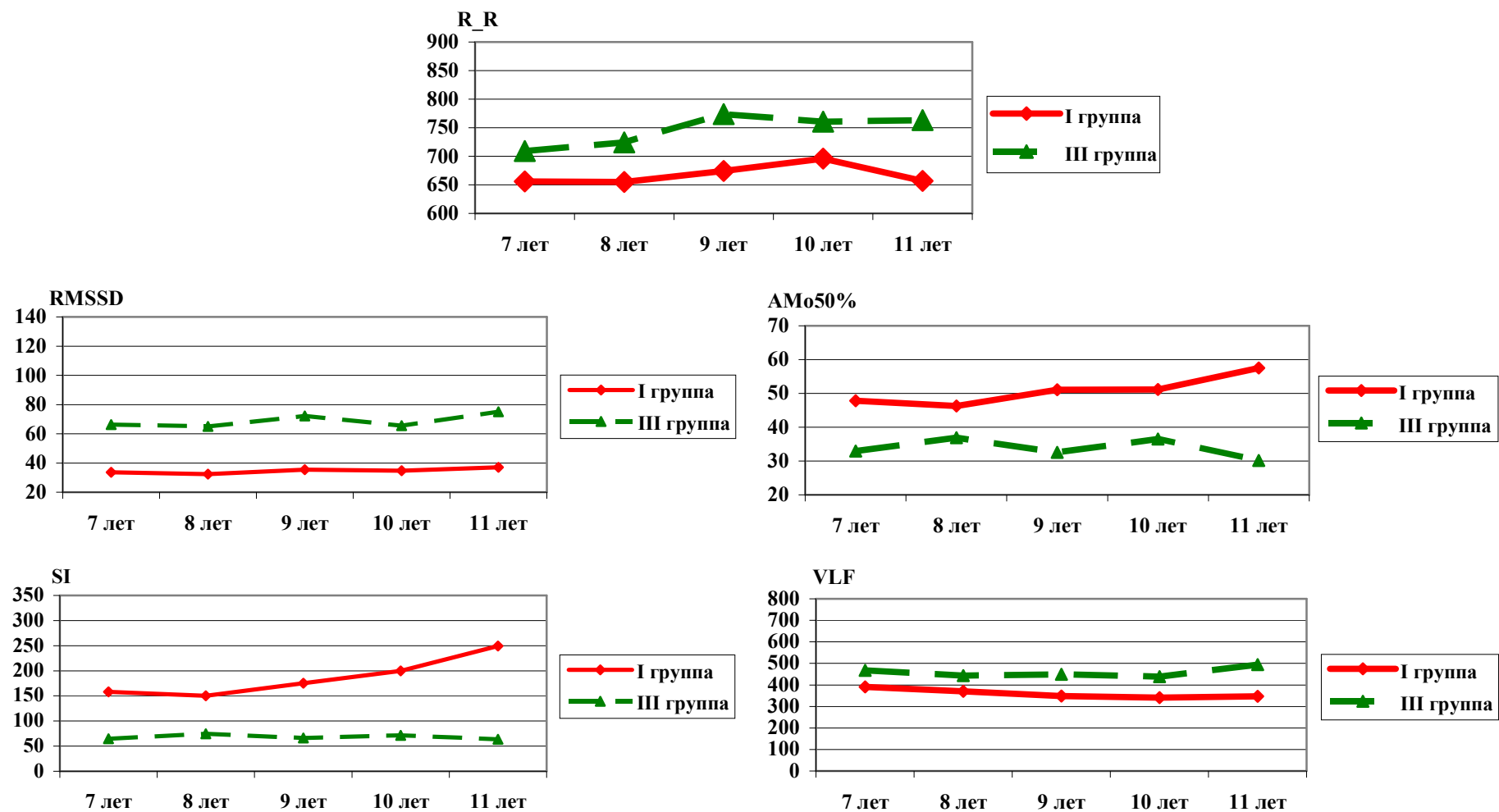


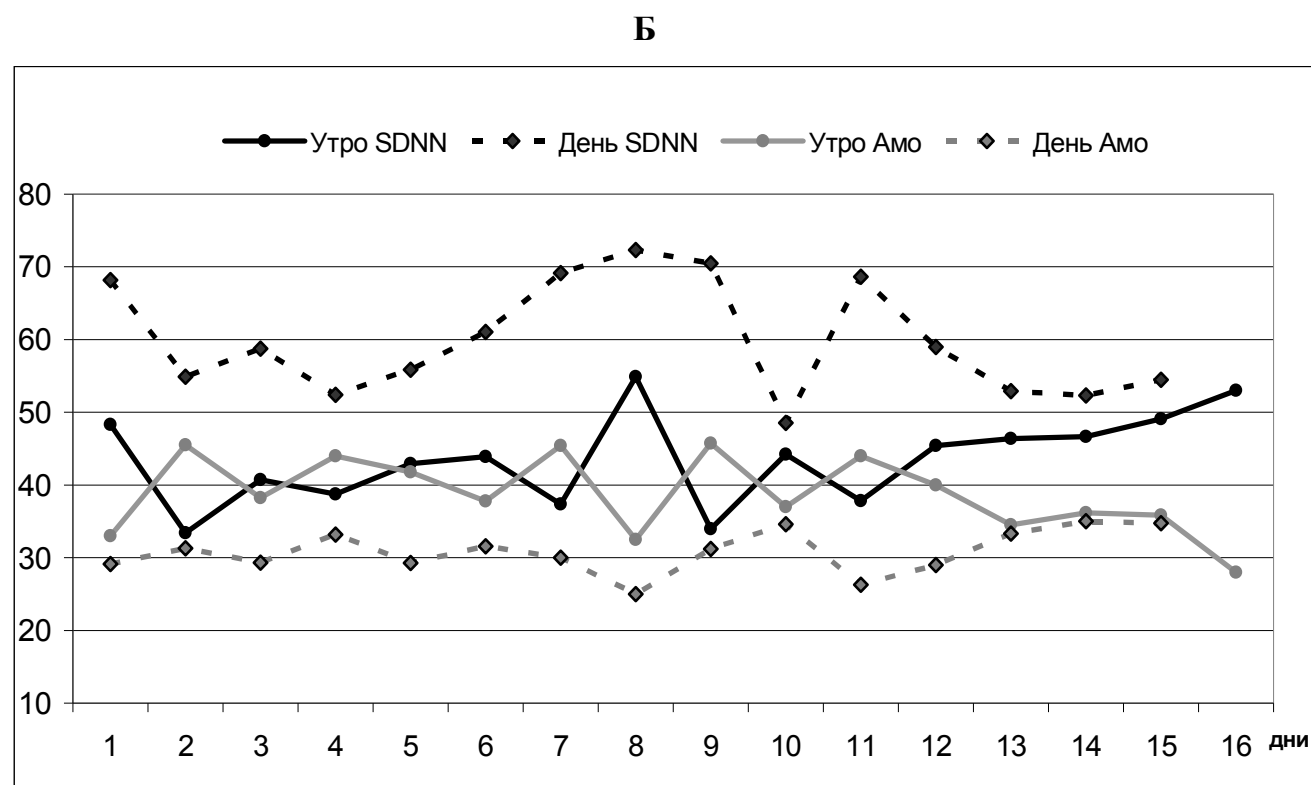
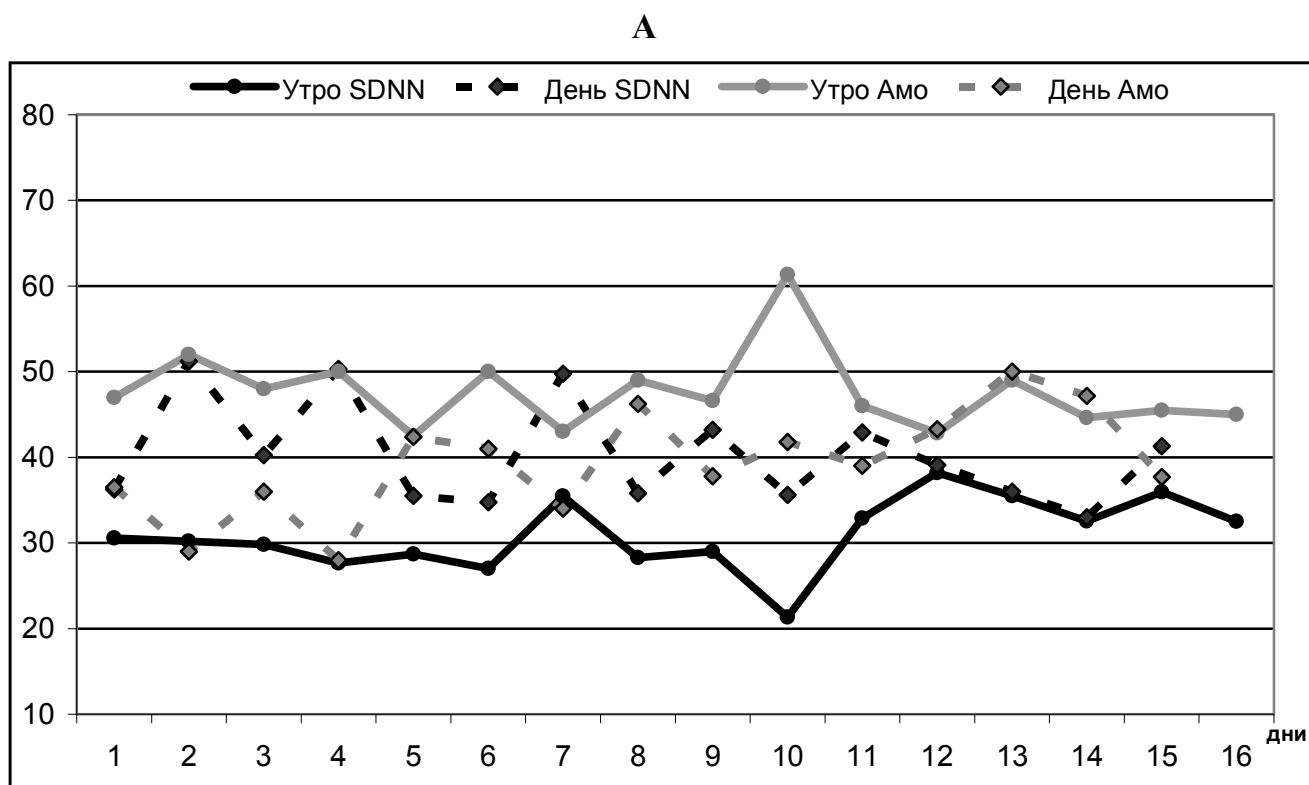
Рис. 44. Сравнение показателей ВСР у одних и тех же школьников с умеренным преобладанием центральной (I группа) и автономной (III группа) регуляции сердечного ритма

Это предположение подтверждают динамические исследования ВСП, проведенные в условиях детского сада у 20 одних и тех же детей 6-7 лет в течение 17 дней утром и сразу после дневного сна, то есть у каждого ребенка было проведено по 34 записи ВСП. Эти исследования важны тем, что дети в течение дня находились в одних и тех же условиях.

По данным ежедневных исследований ВСП у одних и тех же детей выявлены колебательные процессы в состоянии регуляторных систем (рис. 45). Эти процессы имеют особенности в зависимости от типа регуляции.

Важно отметить, что на протяжении всех 17 дней исследований ВСП преобладающий тип регуляции (автономный или центральный) у каждого ребенка сохраняется (рис. 46). Выявлено, что в утренние часы показатели ВСП (SDNN, AМо50, SI, TP, HF, LF, VLF) у детей I группы имели достоверные различия по сравнению с таковыми у детей III группы. Эти различия в функциональном состоянии регуляторных систем сохранялись и после двухчасового дневного сна (рис. 47).

Анализ результатов исследований ВСП показал, что двухчасовой дневной сон у детей, независимо от преобладающего типа регуляции, приводит к повышению активности парасимпатического отдела ВНС (значения R-R, MxDMn, RMSSD и SDNN увеличиваются) и снижению активности симпатического (AМо50 и SI уменьшаются).



А – преобладание центральной регуляции

Б – преобладание автономной регуляции

Рис. 45. Динамика показателей SDNN и АМо50 у детей с разным преобладающим типом регуляции сердечного ритма утром и после дневного сна

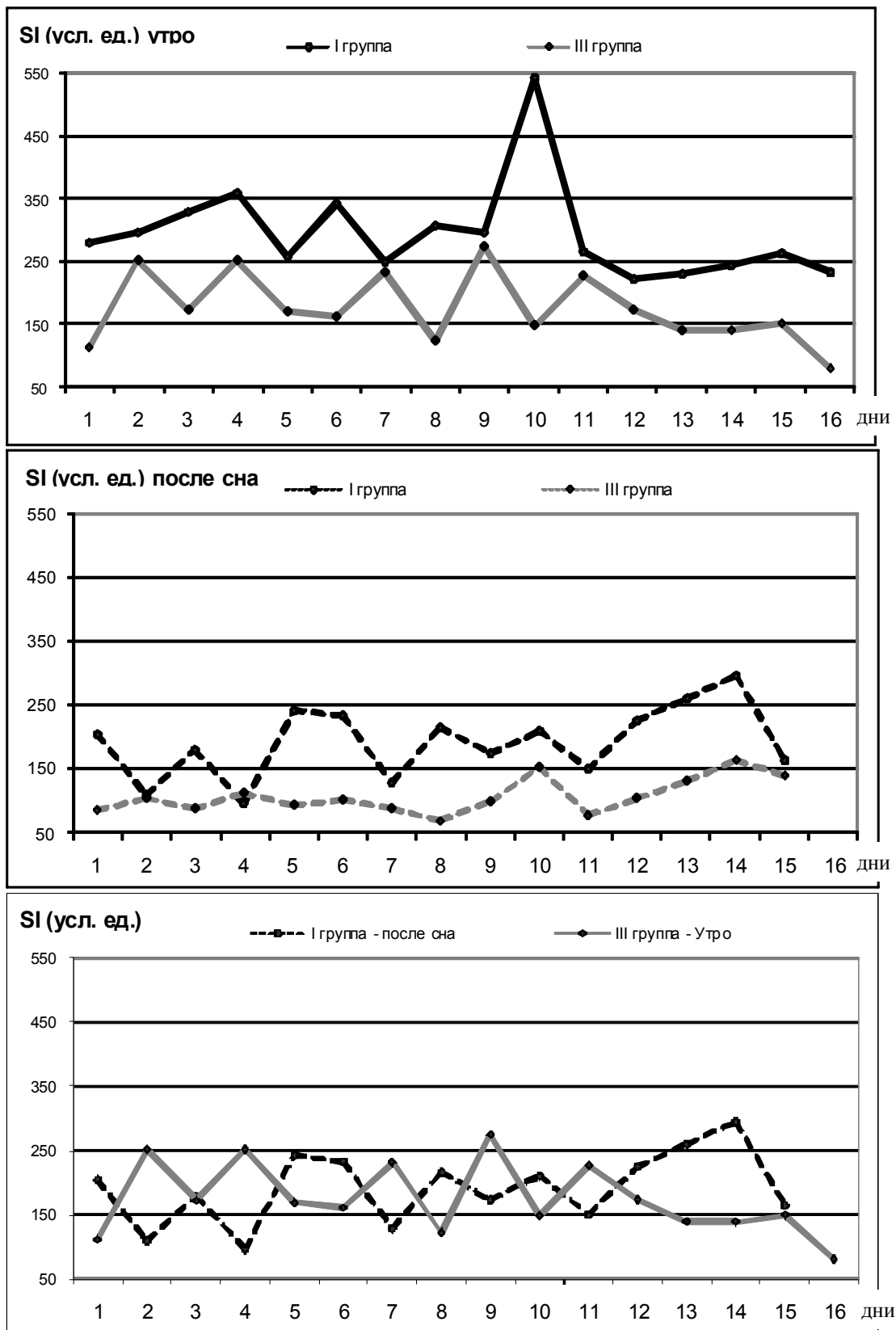


Рис. 46. Сравнение динамики SI у детей с центральным типом регуляции (I группа) и автономным типом регуляции (III группа) утром и после дневного сна

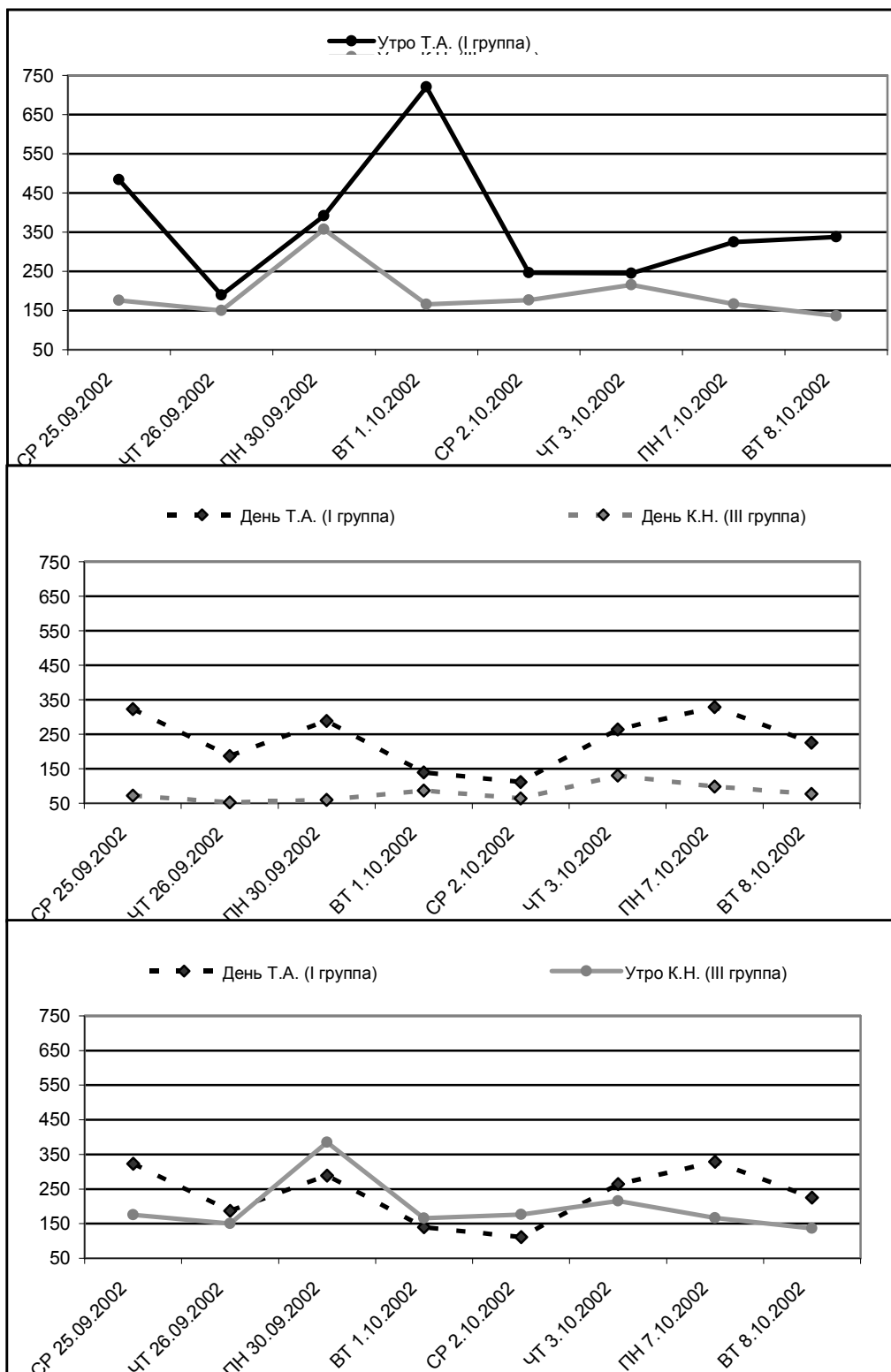


Рис. 47. Сравнение динамики SI у исследуемых Т.А. с центральным типом регуляции и К.Н. с автономным типом регуляции утром и после дневного сна.

А



17.09.02

+ 4, 12, 17

– 6, 15, 21



18.09.02

+ 7, 12, 18

– 1, 10, 16



19.09.02

+ 6, 11, 17

– 9, 15, 18

Б



17.09.02

+ 6, 11, 17

– 9, 15, 18



18.09.02

+ 6, 11, 17

– 9, 15, 18



19.09.02

+ 6, 11, 17

– 9, 15, 18

Рис. 48. Графики суточного прогноза биоритмов и уровня здоровья у одних и тех же детей 7 лет: А – преобладание центральной регуляции; Б – преобладание автономной регуляции

Важно отметить, что эти изменения в функциональном состоянии регуляторных систем более выражены у детей с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа). У детей с преобладанием центральной регуляции (I группа) показатели ВСР после дневного сна приблизились лишь к утреннему фону значений ВСР детей III группы (рис. 46).

Таким образом, у детей I и III групп сохраняется разный уровень функционирования регуляторных систем на протяжении всех 17 дней исследования ВСР. На основании этого можно предположить, что разный уровень созревания регуляторных систем – генетически детерминированный процесс (Шлык Н.И., 1991).

Это положение также подтверждают исследования суточных биоритмов у этих же детей в течение 17 дней с использованием аппарата «Динамика 100». На рисунке 48 наглядно показано, что у детей с автономным типом регуляции (III группа) сохраняется высокая устойчивость суточных биоритмов по сравнению с детьми, имеющими преобладание центральной регуляции (I группа). У первых биоритмы высокой и низкой суточной активности четко сохраняются, а у вторых такой закономерности не проявляется. При этом важно отметить, что показатели уровня здоровья (Health), оцениваемого по графику суточного прогноза, у детей III группы приближаются к 1,0, а у детей I группы они ниже или незначительно выше 0,5 усл. ед., то есть существенно снижены.

2.6. ВСР у младших школьников с разными типами регуляции при активной ортостатической пробе

Для оценки различий в состоянии реактивности регуляторных систем у школьников с разными типами регуляции сердечного ритма нами проводилась активная ортостатическая проба. При анализе ВСР у 40 детей 10-11 лет с разными преобладающими типами регуляции выявлены разные механизмы включения регуляторных систем в ответ на ортостатическое воздействие.

Таблица 15

Показатели ВСР у школьников 10-11 лет с разными типами регуляции при выполнении ортостатической пробы ($M \pm m$)

Группа	Положение	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn, мс	pNN50%	D, мс ²	AMo50, %	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
II	лежа	88,4	680,6	211,1	18,1	1814,8	53,1	211,7	1586,8	847,7	355,9	160,58	222,3	49,5	24,6	11,4	14,4
		$\pm 1,5$	$\pm 11,5$	$\pm 13,9$	$\pm 3,7$	$\pm 256,7$	$\pm 4,7$	$\pm 37,9$	$\pm 211,0$	$\pm 170,9$	$\pm 52,9$	$\pm 17,1$	$\pm 38,6$	$\pm 4,7$	$\pm 2,9$	$\pm 1,4$	$\pm 2,2$
	стоя	99,7	605,5	194,5	5,9	1721,7	56,2	294,9	1487,7	514,44	658,74	248,58	175,7	33,6	45,1	16,9	11,9
		$\pm 2,2$	$\pm 12,9$	$\pm 16,4$	$\pm 1,8$	295,9	$\pm 5,4$	$\pm 59,6$	$\pm 209,1$	$\pm 122,1$	$\pm 98,1$	$\pm 38,2$	$\pm 39,4$	$\pm 7,1$	$\pm 2,1$	$\pm 1,5$	$\pm 1,7$
III	лежа	74,8	807,6	360,4	54,2	6431,6	24,9	46,0	5188,9	2996,8	1226,5	612,53	353,05	55,5	26,2	11,6	6,7
		$\pm 2,4$	$\pm 25,6$	$\pm 16,3$	$\pm 6,9$	891,4	$\pm 1,6$	$\pm 5,4$	$\pm 567,7$	$\pm 619,3$	$\pm 98,7$	$\pm 233,3$	$\pm 115,9$	$\pm 7,4$	$\pm 4,0$	$\pm 3,6$	$\pm 1,8$
	лежа	93	652,8	253,6	12,9	3074,6	46,8	237	2927,4	692,7	958,11	756,04	520,5	25,7	41,3	20,6	12,5
		$\pm 3,8$	$\pm 25,5$	$\pm 33,4$	$\pm 4,9$	801,6	$\pm 11,1$	± 112	$\pm 804,1$	$\pm 178,9$	$\pm 168,8$	$\pm 320,2$	$\pm 235,0$	$\pm 2,8$	$\pm 5,4$	$\pm 3,6$	$\pm 3,3$

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

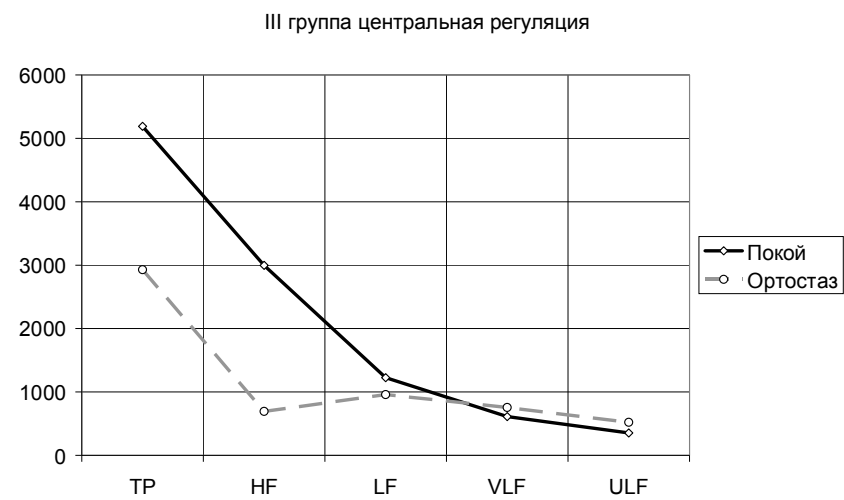
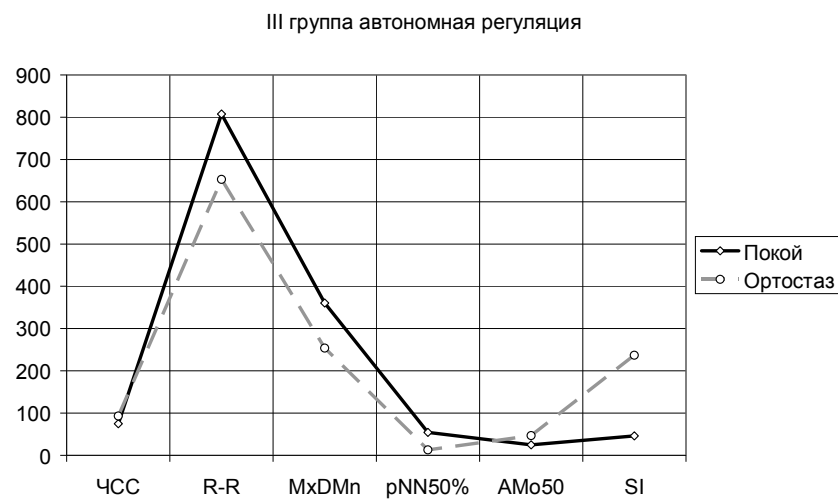
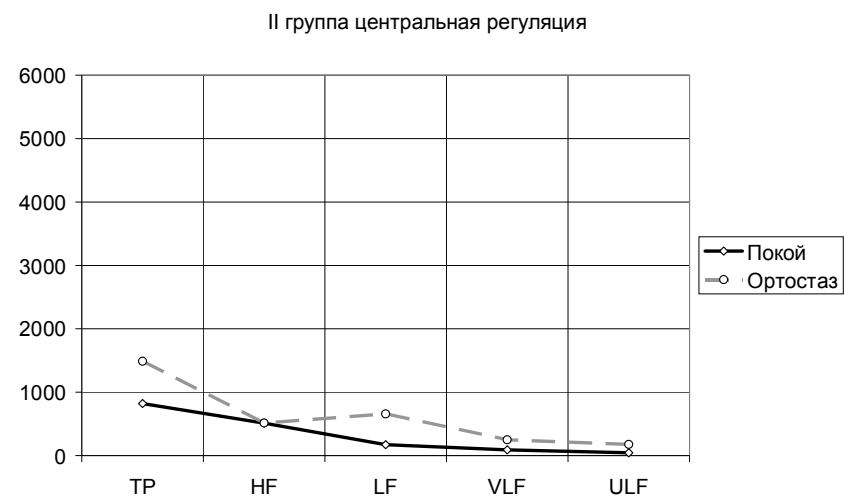
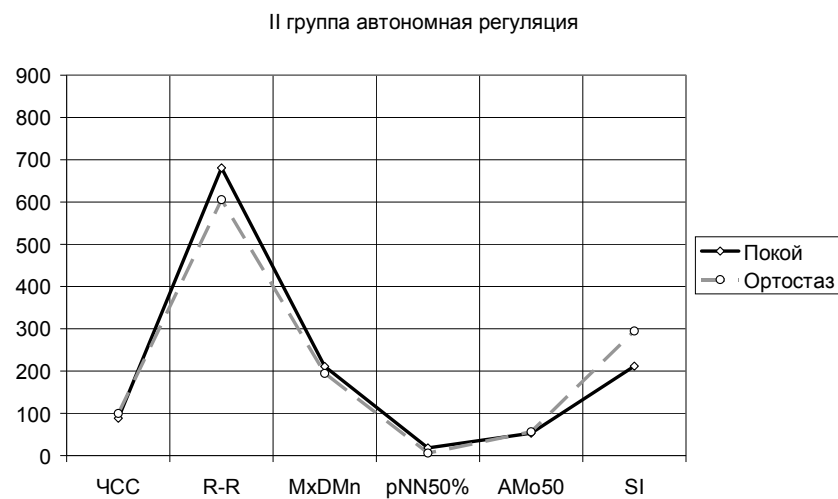


Рис. 49. Особенности реактивности регуляторных систем у школьников 11 лет с разными типами регуляции при ортостатической пробе

Так у 85% школьников с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа) при активной ортостатической пробе увеличивается ЧСС, уменьшается размах R-R и MxDMn кардиоинтервалов, незначительно снижается pNN50 и увеличивается SI, в среднем до 300 усл. ед. Со стороны центральной регуляции установлено увеличение суммарной мощности спектра (TP) и суммарной мощности LF, VLF и ULF волн при незначительном изменении суммарной мощности дыхательных волн (HF) (табл. 15, рис. 49). Эти данные указывают на парадоксальную реакцию регуляторных систем на ортостатическое воздействие.

У 80% школьников с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие выражалась снижением парасимпатической активности (уменьшение R-R, MxDMn, pNN50) и увеличением симпатических воздействий (увеличение AMo50 и SI). При этом увеличивалось напряжение центральной регуляции (уменьшались значения TP, HF и LF) (табл. 15).

Эти результаты ортостатического тестирования указывают на различные адаптивные возможности организма у младших школьников в зависимости от типа регуляции. У испытуемых с автономным типом регуляции ортостатическая устойчивость существенно выше. Это важно учитывать при планировании учебных нагрузок в школе и при занятиях спортом. Таким образом, установлено, что направленность и выраженность реакции регуляторных систем на ортостаз в первую очередь зависят от типа регуляции. Наиболее правильный ответ регуляторных систем на ортостаз выявлен у детей III группы (рис. 49).

Глава 3. Анализ variability сердечного ритма у школьников среднего возраста с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма

В этом возрасте происходит усиленное развитие организма, созревание половых желез, активная нейроэндокринная перестройка и совершенствование функции вегетативной нервной системы. В пубертатном периоде нередко возникают нейроэндокринные нарушения с развитием вегетативной дисфункции. Эти нарушения, как правило,

исчезают к концу полового созревания, но в ряде случаев могут способствовать возникновению заболеваний сердечно-сосудистой системы. Все это должно учитываться при анализе ВСР. Нами проведена оценка показателей ВСР у 355 школьников 12-15 лет. При проведении опроса у этих школьников было установлено, что 120 детей из общего числа исследуемых регулярно занимаются в спортивных секциях по 4-6 часов в неделю. Поэтому мы рассматриваем данные анализа ВСР у школьников, не занимающихся спортом, и школьников – спортсменов отдельно.

3.1. ВСР у школьников 12-15 лет с разными типами регуляции

Школьники, которые находились на обычном школьном двигательном режиме, составили 235 человек, из них 126 мальчиков и 109 девочек. Распределение этих школьников по преобладающим типам регуляции сердечного ритма, возрасту и полу представлены в таблице 16.

Согласно данным анализа ВСР, следует, что школьников с оптимальным типом регуляции сердечного ритма было 37% (III группа), с выраженным (II группа) и умеренным (I группа) преобладанием центральной регуляции соответственно 28% и 23,8% и с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) 11,1%.

Таблица 16

Распределение школьников 12-15 лет, не занимающихся спортом, по преобладающему типу регуляции сердечного ритма (количество человек)

Возраст, лет	Количество человек (n)	УПЦР (I)		ВПЦР (II)		УПАР (III)		ВПАР (IV)	
		м	д	м	д	м	д	м	д
12	60	6	5	7	12	13	13	2	2
13	62	7	13	14	4	8	8	6	2
14	68	7	7	11	7	12	16	6	2
15	45	6	5	7	4	9	8	5	1
Всего (n)	235	26	30	39	27	42	45	19	7

УПЦР – умеренное преобладание центральной регуляции;

ВПЦР – выраженное преобладание центральной регуляции;

УПАР – умеренное преобладание автономной регуляции;

ВПАР – выраженное преобладание автономной регуляции;

«м» – мальчики; «д» – девочки.

Таблица 17

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

Возраст	Группа	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF%	LF%	VLF%	ULF%
12 лет	I	90,2 ±1,9	668,0° ±13,8	211,3° ±10,7	33,4° ±2,7	9,9° ±1,9	6,6° ±0,4	204,9° ±23,0	1750,4° ±215,9	598,9° ±105,3	591,9° ±93,8	366,9 ±50,5	192,6° ±34,5	34,2° ±2,0	33,8° ±2,9	21,0° ±2,0	11,0 ±1,2
	II	88,0 ±1,9	687,8° ±15,5	181,1° ±9,8	29,8° ±2,7	7,7° ±2,0	5,4° ±0,3	284,8° ±42,7	1129,0° ±111,6	424,5° ±67,9	378,4° ±43,3	152,4° ±11,7	164,2° ±26,5	37,6° ±3,0	33,5° ±2,7	13,5° ±1,2	14,5 ±2,2
	III	75,2 ±1,4	805,3 ±15,3	354,8 ±13,1	74,5 ±3,2	43,8 ±2,0	9,1 ±0,4	60,7 ±4,2	4695,9 ±342,5	2485,0 ±304,7	1170,0 ±84,9	484,4 ±44,5	556,6 ±80,1	52,1 ±2,5	24,9 ±1,9	10,3 ±0,7	11,9 ±1,4
	IV	73,0 ±3,6	825,3 ±39,0	446,8° ±35,0	120,3° ±22,0	59,8° ±5,7	12,2° ±0,8	29,0° ±7,6	9361,2° ±2031	6401,0° ±1512	1559,2 ±431,6	527,4 ±32,0	873,6 ±265	68,4° ±5,8	16,7° ±3,1	5,6° ±0,9	9,3 ±2,5
13 лет	I	87,4 ±2,3	696,3° ±18,8	215,5° ±7,7	36,7° ±3,2	13,3° ±2,2	6,7° ±0,3	196,6° ±22,3	2032,2° ±170,0	631,0° ±97,1	656,0° ±70,4	393,2° ±34,1	336,9° ±76,1	31,0° ±2,8	32,3 ±2,6	19,3° ±2,2	16,6 ±2,6
	II	86,2 ±2,7	707,0° ±20,4	178,8° ±9,5	29,4° ±2,1	9,7° ±2,1	4,9° ±0,2	273,5° ±30,4	1068,3° ±97,7	375,4° ±47,8	349,3° ±47,7	148,0° ±10,9	188,6° ±30,5	35,1° ±3,4	32,7 ±2,4	13,9 ±1,2	17,7 ±2,4
	III	75,7 ±1,4	797,9 ±14,4	333,5 ±10,7	65,2 ±4,0	39,5 ±2,7	8,4 ±0,2	63,3 ±5,2	4019,2 ±251,3	1790,1 ±200,6	1100,9 ±54,5	526,3 ±49,2	601,8 ±70,9	44,5 ±3,0	27,4 ±1,3	13,1 ±1,5	15,0 ±1,8
	IV	74,4 ±2,2	812,3 ±25,5	483,4° ±21,8	105,1° ±9,6	55,8° ±3,9	12,1° ±0,4	33,5° ±3,1	8872,4° ±1018,8	4852,8° ±773,0	2306,6° ±279,3	885,4 ±188	827,5 ±148,1	54,7 ±5,0	26,0 ±1,8	10,0 ±1,8	9,3 ±2,1
14 лет	I	81,4 ±2,0	743,5° ±18,3	226,7° ±7,9	37,1° ±3,4	16,7° ±3,3	6,2° ±0,2	149,8° ±14,3	1748,6° ±114,1	505,1° ±74,9	604,7° ±62,1	365,8° ±28,2	279,4° ±29,5	28,9° ±3,4	34,6° ±1,9	20,9° ±2,4	16,0 ±1,9
	II	83,9 ±2,2	724,8° ±20,8	170,1° ±7,9	29,6° ±1,5	8,4° ±1,4	4,9° ±0,3	279,6° ±25,8	1101,9° ±96,2	398,3° ±51,0	393,8° ±40,5	152,1° ±11,8	157,7° ±25,2	36,1 ±2,7	35,7° ±2,0	13,8 ±1,2	14,3 ±1,5
	III	74,2 ±1,4	815,5 ±15,0	319,1 ±9,5	64,5 ±2,9	39,3 ±2,3	8,2 ±0,3	67,4 ±3,5	3916,9 ±211,1	1629,3 ±131,2	1083,3 ±77,0	539,5 ±45,3	660,5 ±103,3	41,6 ±2,4	27,7 ±1,6	13,8 ±1,1	16,9 ±2,1
	IV	66,5 3,4	921,3° ±47,1	502,6° ±31,2	123,6° ±9,8	56,3° ±5,2	11,5° ±0,7	26,4° ±4,5	10441° ±1936,8	4954,2° ±838,0	3061,6° ±802,1	1018° ±171	1406,6° ±417,7	47,4 ±3,8	29,3 ±3,2	9,8 ±2,0	13,5 ±3,2

Продолжение таблицы 17

Возраст	Группа	ЧСС уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	SI, усл.ед.	TP, мс2	HF, мс2	LF, мс2	VLF мс2	ULF мс2	HF%	LF%	VLF%	ULF%
15 лет	I	82,5 ±2,1	732,5° ±18,2	240,5° ±9,0	39,6° ±4,8	15,3° ±3,1	6,8* ±0,3	142,8° ±11,6	2154,1° ±187,1	670,6° ±112,2	701,0° ±68,4	368,8* ±15,5	413,7 ±128,4	31,1* ±3,2	32,5 ±2,8	17,1 ±2,2	19,2 ±4,5
	II	81,8 ±4,7	759,4 ±49,6	172,1° ±4,6	33,8° ±3,2	9,3° ±2,1	4,9° ±0,3	260,3° ±36,2	1115,0° ±102,4	449,9° ±89,6	344,1° ±49,7	155,3° ±16,4	165,8° ±20,5	40,3 ±5,0	30,9 ±3,0	13,9 ±1,7	14,9 ±2,7
	III	69,8 ±1,5	866,9 ±21,7	329,8 ±11,7	66,8 ±3,6	41,8 ±3,0	7,9 ±0,3	61,8 ±4,8	4039,0 ±274,0	1684,8 ±177,6	1141,3 ±132,1	489,8 ±42,9	723,1 ±144,5	41,7 ±3,1	28,3 ±2,4	12,1 ±1,1	17,9 ±2,9
	IV	64 ±5,0	963,7 ±62,2	505,5° ±29,4	115,0° ±16,2	57,7 ±9,3	11,3° ±0,4	24,8° ±8,5	10632,8° ±1178,5	4296,5* ±1002,5	3809,2* ±946,0	1220* ±300	1307,0 ±293,1	40,4 ±7,9	35,8 ±6,3	11,5 ±2,9	12,3 ±5,9

* - достоверные различия показателей ВСП относительно III группы при $P < 0,05$;

° - достоверные различия показателей ВСП в отношении III группы при $P < 0,001$;

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

Таблица 18

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

	возраст	ЧСС, уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	Amo50 %/50	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
I группа	12 лет	88,8	678,7	226,2	36,5	11,07	7	51,17	175,8	2059,5	717,0	703,8	416,0	222,8	34,8	34,2	20,2	10,8
		±2,9°	±21,0°	±15,3°	±4,2°	±2,9°	±0,6*	±3,2°	±23,2°	±339,8°	±172,1°	±161,3	±88,0	±54,5*	±2,2°	±5,2	±3,3°	±1,6
	13 лет	85	713,7	204,4	33	13,2	5,9	55,5	218	1712,78	515,5	651,3	366,05	180,0	30,1	38,0	21,4	10,5
		±3,9	±31,1	±16,1°	±4,9°	±4,2°	±0,3°	±4,5°	±45,9°	±232,8°	±124,7°	±133,4°	±22,6	±36,3°	±4,4	±4,0	±4,7	±2,0
	14 лет	81,29	742,1	222,4	35,71	14,4	6,1	47,9	149,71	1607,5	445,1	521,0	397,62	256,6	27,7	32,4	24,7	16,0
		±2,4*	±22,7*	±9,9°	±4,8°	±3,6°	±0,2°	±2,6°	±15,8°	±146,9°	±105,8°	±53,9°	±49,0	±38,7°	±4,3*	±1,5*	±4,1	±2,7
II группа	12 лет	82,17	735	229,3	45	18,5	6,4	47,6	149,17	2086,33	748,2	786,2	382,24	169,8	35,9	37,7	18,3	8,1
		±3,0°	±24,2°	±13,1°	±8,3*	±5,2°	±0,4°	±2,6°	±18,8°	±279,2°	±196,8*	±81,4*	±25,7*	±51,2*	±5,5	±2,2	±3,5	±1,9*
	13 лет	87,3	690,6	185,7	26,7	6,1	5,3	62,6	313,6	1082,3	345,1	363,0	154,4	193,9	31,9	33,5	14,3	17,9
		±2,6°	±21,7°	±22,3°	±4,5°	±3,3°	±0,5°	±9,1°	±106,2*	±235,3°	±102,8°	±93,3°	±20,4°	±57,7*	±4,0°	±4,1*	±2,0*	±3,5
	14 лет	84,6	718,5	178,5	30,5	10,3	4,9	61,0	271,8	1090,7	385,6	372,7	147,9	175,4	35,4	34,2	13,6	16,1
		±2,8*	±22,3*	±12,2°	±2,2°	±2,2°	±0,2°	±3,2°	±37,5°	±115,6°	±58,3°	±57,8°	±13,3°	±33,2°	±4,2	±2,9	±1,5	±2,6
III группа	14 лет	86,1	706,3	161,8	27,2	6,2	4,8	66,9	315,4	998,3	340,7	371,9	148,9	136,9	34,1	37,2	14,9	13,7
		±3,0°	±27,0°	±9,9°	±1,4°	±1,3°	±0,3°	±4,2°	±35,1°	±97,5°	±53,5°	±49,1°	±15,6°	±20,8°	±3,6	±2,7°	±1,7	±1,5
	15 лет	82,1	763,6	168,9	33,1	6,9	4,8	69,2	290,7	981,7	335,9	302,7	159,0	184,1	34,2	30,8	16,2	18,8
		±6,6	±74,1	±6,2°	±4,0°	±1,4°	±0,5°	±6,8°	±53,6°	±128,2°	±76,2°	±55,3°	±18,8°	±28,4*	±4,7	±3,2	±1,7	±3,4

Продолжение таблицы 18

	возраст	ЧСС, уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	Amo50 %/50	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
III группа	12 лет	77,0	785,2	346,2	69,9	42,4	8,9	33,0	68,8	4371,6	2539,8	980,6	411,0	440,2	58,1	22,4	9,4	10,1
		±1,7	±17,9	±23,7	±5,0	±3,2	±0,6	±1,7	±6,1	±598,7	±582,9	±104,4	±31,7	±58,5	±4,2	±3,2	±0,8	±1,7
	13 лет	76,4	790,4	336,3	61,6	38,3	8,5	31,5	60,4	3793,8	1517,6	1120,3	510,1	645,8	40,0	29,5	13,4	17,0
		±1,9	±19,3	±11,6	±4,5	±3,7	±0,3°	±1,4	±4,1	±200,3	±218,1	±73,3	±74,3	±101,4	±4,1	±1,7	±2,5	±3,0
	14 лет	73,4	824,9	306,2	63,3	36,5	8,0	34,7	71,7	3763,2	1466,4	1011,1	492,9	792,8	39,0	26,9	13,1	21,1
		±2,3	±27,1	±13,5	±4,3	±3,4	±0,5	±1,4	±5,2	±384,3	±183,8	±150,4	±63,8	±157,5	±2,5	±2,2	±1,5	±3,1
	15 лет	68,3	887,0	360,0	68,6	44,8	8,2	30,6	50,4	4349,7	1633,4	1309,6	522,7	883,9	37,6	30,1	12,0	20,3
		±2,2	±36,0	±13,9	±5,1	±4,1	±0,4	±1,9	±5,0	±414,0	±252,6	±189,3	±51,7	±251,9	±3,2	±3,6	±1,4	±4,4
IV группа	12 лет	74,5	813	461,5	140,5	63,0	13,3	19,0	30,5	11378,9	8395,0	1671,2	502,8	809,9	73,8	14,7	4,4	7,1
		±8,5	±94,0	±81,5	±45,5	±13,1	±1,1°	±5,4*	±18,5	±4075,4	±2361,8	±1004,6	±67,0	±641,9	±6,5	±4,1	±1,1	±3,5
	13 лет	75	807,8	480,5	101,3	54,7	11,6	23,9	35,5	8079,7	4438,4	2110,7	718,5	812,0	54,9	26,1	8,9	10,0
		±2,8	±33,1	±29,7°	±12,1°	±4,9*	±0,4°	±1,1°	±3,7°	±1104,2°	±988,9*	±282,2°	±136,7	±169,2	±6,4	±2,4	±2,2	±2,6
	14 лет	65	938,3	517,2	133,3	55,48	11,58	22,8	25,8	11367,9	5280,4	3611,0	1149,1	1327,3	46,5	31,8	10,1	11,7
		±3,4	±51,8	±40,3°	±9,0°	±6,5*	±0,9°	±3,6°	±6,0°	±2507,6°	±1083,2°	±979,3°	±192,7°	±556,5	±4,8	±3,3	±2,5	±3,1
	15 лет	64,2	966	502,6	108	53,72	11,36	20,8	26,0	10532,6	3516,3	4304,6	1345,8	1365,8	33,4	40,9	12,8	13,0
		±6,1	±76,2	±35,8°	±17,9*	±10,3	±0,5°	±2,6°	±10,3	±1438,2°	±771,2*	±987,1*	±334,9*	±351,7	±4,6	±5,5	±3,1°	±7,1

* - достоверные различия показателей ВСР относительно III группы при P<0,05;

° - достоверные различия показателей ВСР в отношении III группы при P<0,001;

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

Таблица 19

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

	возраст	ЧСС, уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	Amo50 %/50	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
I группа	12 лет	91,8	655,2	193,4	29,6	8,5	6,0	57,7	239,8	1379,4	457,3	457,6	308,1	156,4	33,2	33,2	22,3	11,3
		±2,5°	±17,6°	±11,8°	±2,6°	±2,4°	±0,2°	±4,9°	±39,5°	±142,2°	±86,0°	±32,5°	±28,9°	±38,7°	±3,7°	±2,4	±2,2	±1,9
	13 лет	88,6	686,8	221,5	38,7	13,4	7,1	51,7	185,1	2204,2	693,2	658,6	407,8	421,5	31,4	29,9	18,5	19,1
		±2,9°	±24,2°	±8,2°	±4,3°	±2,7°	±0,5	±3,7°	±24,8°	±220,9°	±133,6°	±85,3°	±51,5	±109,8	±3,8°	±3,4	±2,2	±3,7
	14 лет	81,4	744,9	231,0	38,4	19,1	6,2	48,2	149,9	1889,6	565,1	688,3	334,0	302,2	29,9	36,4	17,7	16,0
		±3,5	±30,6	±12,8°	±5,2°	±5,8°	±0,3°	±3,5°	±25,2°	±167,8°	±109,1°	±107,0°	±26,7°	±45,9	±5,6	±3,6	±1,6	±2,8
II группа	12 лет	82,8	729,4	253,8	33,2	11,5	7,3	47,9	135,2	2235,3	577,5	598,8	352,6	706,4	25,8	26,8	15,8	31,6
		±3,2*	±30,5*	±10,1*	±2,0*	±2,3*	±0,5	±2,5°	±13,5°	±269,4°	±84,7°	±105,0	±14,8	±217,9	±1,5	±4,5	±2,3	±6,3*
	13 лет	88,4	686,3	178,4	31,58	8,642	5,5	60,4	268	1156,2	470,8	387,35	151,2	146,9	40,7	33,5	13,1	12,7
		±2,8°	±21,8°	±9,4°	±3,5°	±2,6°	±0,3°	±3,5°	±32,5°	±120,2°	±89,6°	±45,4°	±14,9°	±26,1°	±4,0	±3,6	±1,6	±2,8
	14 лет	91,7	666,8	177	25,75	7,3	5,2	64,08	292,5	989,6	339,6	267,28	148,2	234,5	34,3	27,0	15,0	23,7
		±7,3	±48,8*	±13,0°	±5,3°	±5,8°	±0,5°	±5,6°	±56,5°	±195,3°	±78,5°	±66,0°	±18,9°	±78,5*	±5,7	±1,5	±2,3	±6,0
II группа	14 лет	80,4	753,9	183	33,43	11,84	5,0	58,09	223,4	1264,7	488,89	428,3	157,1	190,4	38,7	33,9	12,4	15,1
		±3,1	±31,9	±12,4°	±2,6°	±2,5°	±0,4°	±2,7°	±27,5°	±187,9°	±96,0°	±72,9°	±19,3°	±56,5*	±4,2	±3,0	±1,6	±3,3
	15 лет	81,3	752	177,8	35	13,63	5,2	54,18	207	1348,3	649,39	416,54	148,8	133,6	48,2	30,9	11,0	9,9
		±6,8	±57,7	±6,3°	±6,2°	±4,7°	±0,4°	±4,9°	±21,1°	±100,2°	±180,3°	±95,8*	±34,6°	±22,6°	±10,5	±6,9	±3,2	±2,4

Продолжение таблицы 19

	возраст	ЧСС, уд/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	Amo50 %/50	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
III группа	12 лет	73,4	825,5	363,5	79	45,32	9,17	29,68	52,5	5020,2	2430,1	1359,4	557,8	672,9	48,4	27,1	11,1	13,4
		±2,1	±24,4	±11,9	±3,9	±2,6	±0,3	±1,3	±5,0	±335,9	±215,8	±114,7	±79,7	±145	±2,9	±2,1	±1,2	±2,3
	13 лет	75	805,4	330,8	68,75	40,66	8,3	33,29	66,25	4244,5	2062,7	1081,5	542,6	557,8	48,6	25,5	12,8	13,1
		±2,1	±22,2	±18,7	±6,8	±4,2	±0,4	±2,2	±9,8	±464,8	±322,0	±85,1	±69,2	±103	±4,0	±1,8	±1,8	±2,0
	14 лет	74,8	808,5	328,8	65,44	41,41	8,34	32,29	64,19	4032,1	1751,5	1137,4	574,5	561,3	43,4	28,2	14,2	13,9
		±1,8	±18,4	±13,9	±4,3	±3,4	±0,3	±1,2	±5,1	±255,5	±195,1	±81,3	±68,0	±145	±3,9	±2,5	±1,6	±2,8
IV группа	12 лет	71,5	844,3	295,8	64,75	38,36	7,5	36,06	74,5	3689,4	1742,6	951,8	452,7	542,3	47,2	25,8	12,3	14,7
		±1,9	±21,9	±10,3	±5,4	±4,5	±0,4	±1,8	±6,0	±333,6	±265,1	±170,3	±71,6	±104	±5,1	±3,2	±1,8	±3,8
	13 лет	71,5	837,5	432	100	56,55	11,0	19,8	27,5	7343,5	4407,0	1447,2	552,1	937,3	60,0	19,7	7,5	12,8
		±0,5°	±3,5°	±17,0°	±3,0°	±2,2°	±0,3	±0,7°	±0,5°	±120,2°	±448,9°	±289,0	±21,0	±60,9	±5,1	±4,3	±0,2*	±1,0
	14 лет	72,5	825,5	492	116,5	58,9	13,6	19,95	27,5	11250,7	6096,1	2894,3	1386,2	874,2	54,2	25,7	12,3	7,8
		±3,5	±39,5	±0,0°	±15,5*	±6,7*	±0,1	±3,0°	±4,5°	±1797°	±28,3°	±726,7*	±616,3	±426,4	±8,6	±2,4	±3,6	±2,6
	14 лет	71	870	459	94,5	58,8	11,1	21,3	28	7660,2	3975,4	1413,34	627,14	1644,7	51,9	18,5	8,2	21,5
		±11	±136	±17,0	±18,5	±11,1	±1,7	±1,5	±5,0	±639,5	±887,2	±87,9	±244,6	±405	±7,3	±2,7	±2,5	±7,1

* - достоверные различия показателей ВСР относительно III группы при P<0,05;

° - достоверные различия показателей ВСР в отношении III группы при P<0,001;

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

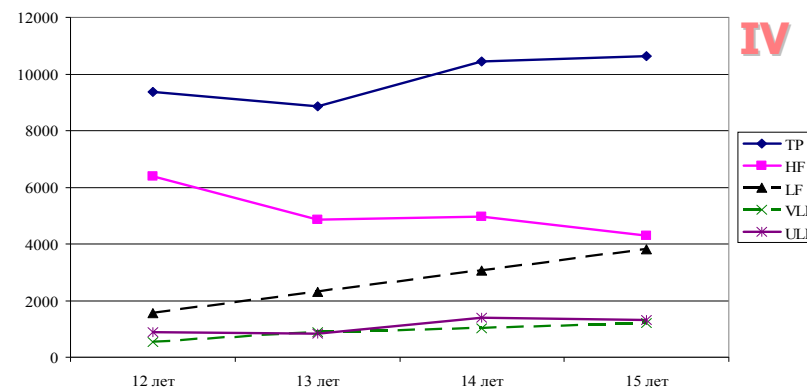
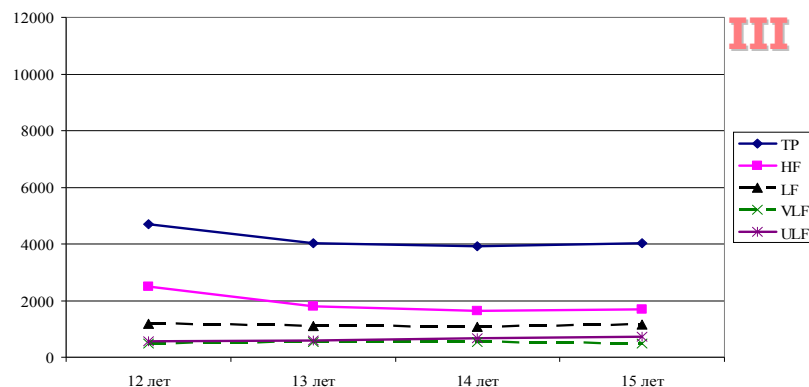
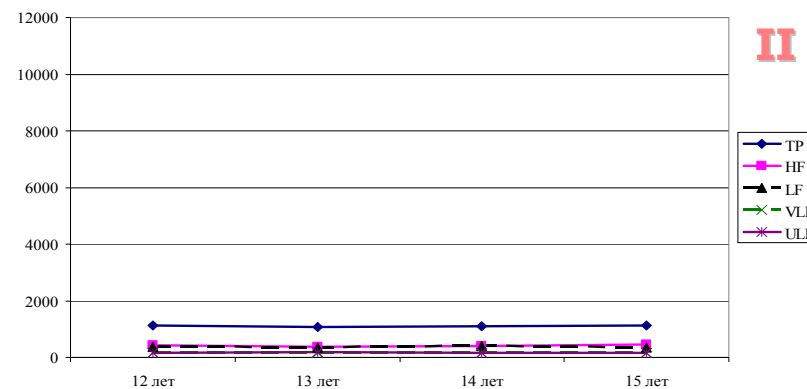
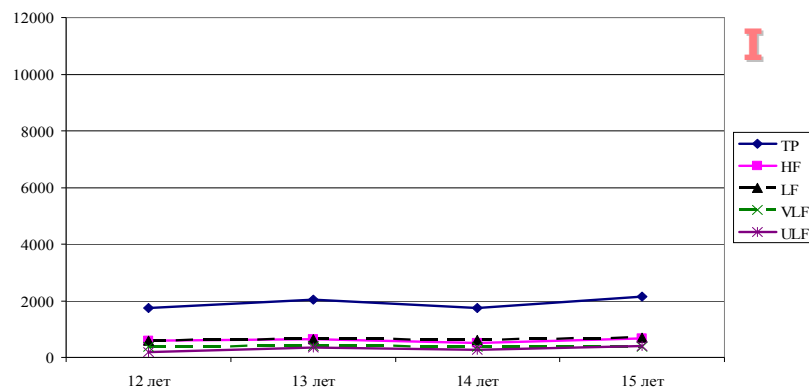


Рис. 50. Возрастные особенности медленно-волновой структуры ВСП у детей 12-15 лет с разными типами регуляции сердечного ритма

- I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;
 II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;
 III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;
 IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

Преобладание центральных механизмов регуляции у девочек выявлено в 24,3% случаев, а у мальчиков – в 27,7%. Девочек с оптимальным состоянием регуляторных систем было 19,1%, мальчиков – 17,9%. Таким образом, из 235 школьников 63% имеют неблагоприятные типы регуляции (I-II и IV группы).

Возрастные и гендерные аспекты изменения показателей ВСР у школьников с разными преобладающими типами регуляции сердечного ритма представлены в таблицах 17, 18, 19 и на рисунках 50, 52, 53.

Основная информация о состоянии систем, регулирующих ритм сердца, заключена в «функции разброса» длительности кардиоинтервалов R-R, раскрывающих особенности разнообразных перестроек организма в процессе адаптационно-компенсаторных реакций системы кровообращения (Баевский Р.М., 1997).

Согласно литературным данным, синусовый ритм у здорового человека должен быть вариабельный. Синусовый ритм считается регулярным, если значение $MxDMn$ не превышает 150 мс. Нерегулярный синусовый ритм у подростков считается, если разброс $MxDMn$ кардиоинтервалов превышает 300 мс. К резко выраженной синусовой аритмии в этом возрасте относят значение $MxDMn$ более 500 мс. Согласно данным таблицы, у школьников с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) колебания R-R интервалов находятся в пределах нормы, у школьников с преобладанием центральной регуляции (I и II группы) ниже нормы, а с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) – выше указанной нормы. У детей IV группы выявлена высокая частота смещения водителя ритма (рис. 51). Выраженные показатели $MxDMn$ у этих детей сочетались с очень низкими показателями SI и очень высокими значениями спектральной мощности HF, LF, VLF и ULF волн.

Выявленные у школьников IV группы очень высокие значения TP, HF, LF на фоне многофокусного ритма можно трактовать как несовершенство регуляторных механизмов. Установить, когда очень высокая вариативность сердечного ритма у детей с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) носит «патологический», дизрегуляторный или «физиологический» характер, возможно только при динамическом анализе ВСР и проведении функциональных проб.

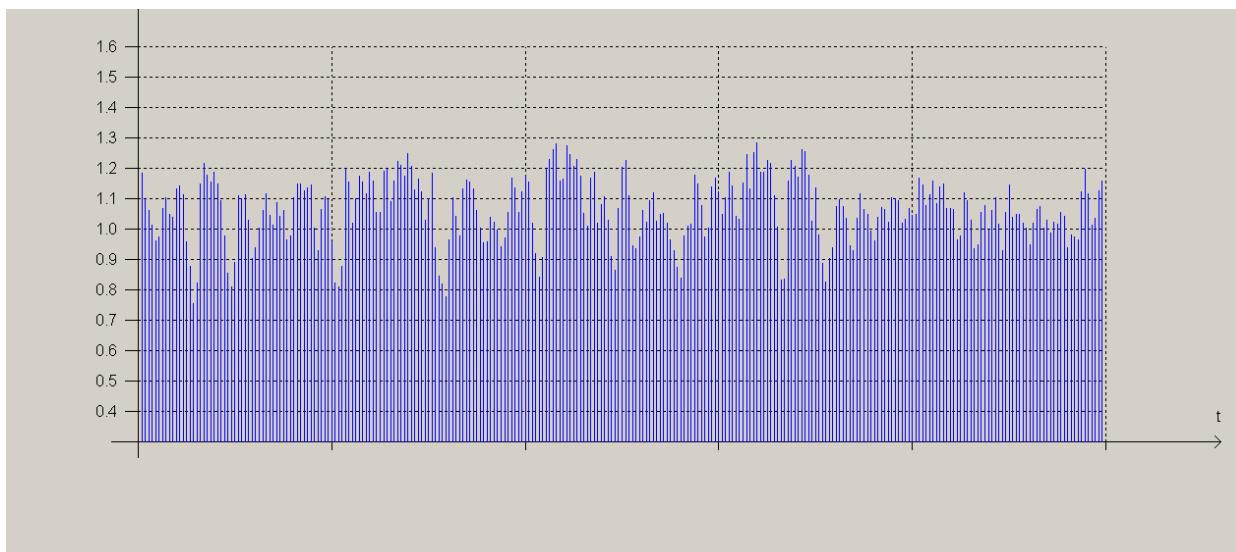


Рис. 51. Кардиоинтервалограмма у школьника 15 лет (IV группа)
при многофокусном ритме

При анализе ВСП у школьников 12, 13, 14 и 15 лет с одинаковым типом регуляции не установлено достоверных различий в показателях ВСП. При сравнении временных и спектральных показателей ВСП у школьников с разными типами регуляции выявлены существенные различия. Так, у детей I, и особенно II групп были самые малые значения разброса кардиоинтервалов ($MxDMn$), а у исследуемых IV группы самые большие. У детей III группы разброс кардиоинтервалов ($MxDMn$) был в пределах нормы (табл. 17).

У детей с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа) малый разброс кардиоинтервалов ($MxDMn$) сочетался с высокими значениями SI и низкими показателями спектральной мощности (TP). Во II группе разброс кардиоинтервалов ($MxDMn$) и значения суммарной мощности спектра (TP) были еще меньше, а SI – больше, то есть централизация управления сердечным ритмом была более выраженной по сравнению с I группой. В III группе значения R-R и разброс кардиоинтервалов ($MxDMn$) сочетались с умеренно низкими показателями SI и умеренно большими значениями TP и преобладанием HF волн в спектре.

Значения дисперсии и суммарной мощности спектра (TP) были весьма велики у школьников с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа), что указывает на многофакторный характер влияний на ритм сердца.

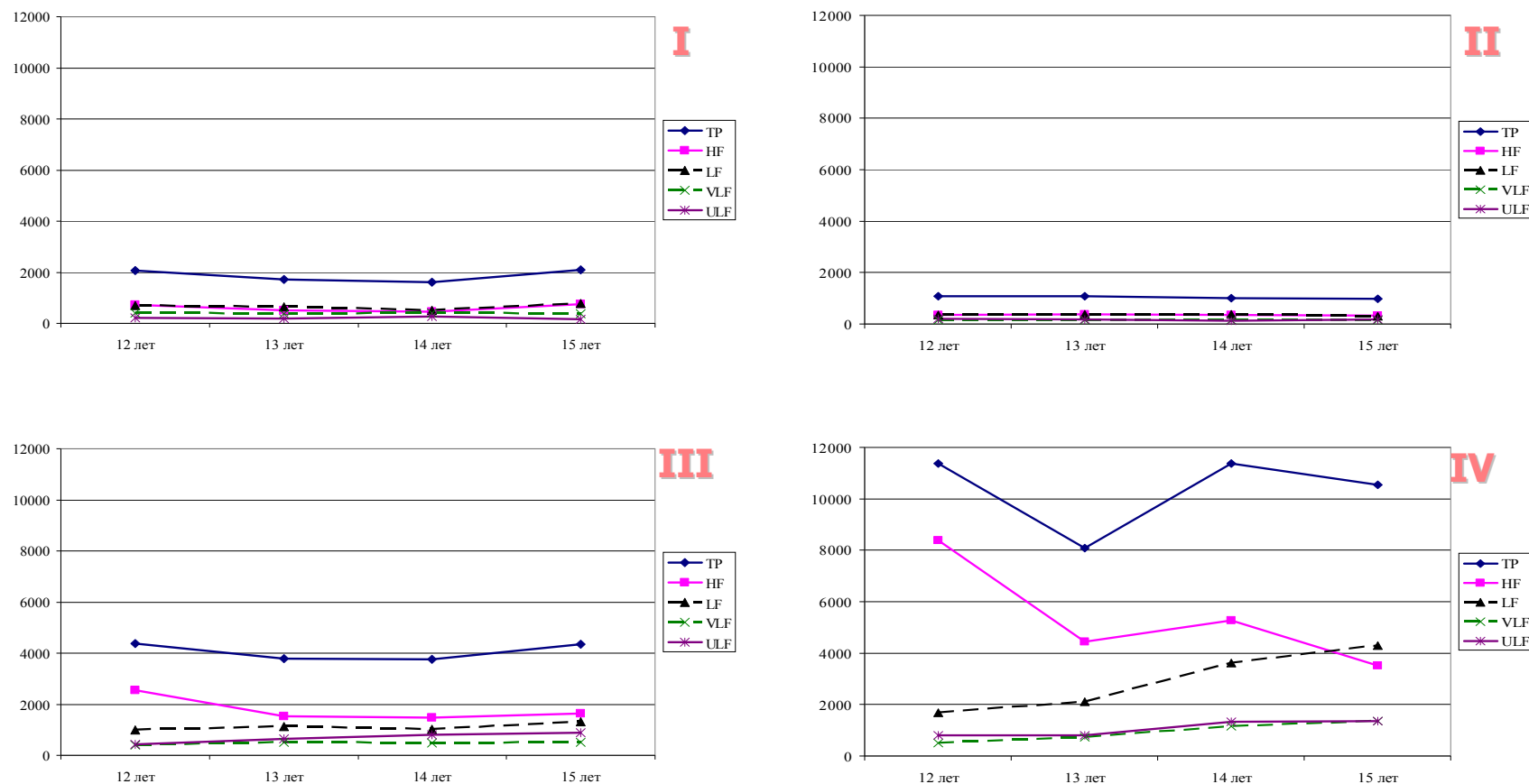


Рис. 52. Возрастные особенности медленно-волновой структуры ВСР у мальчиков 12-15 лет с разными типами регуляции сердечного ритма

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

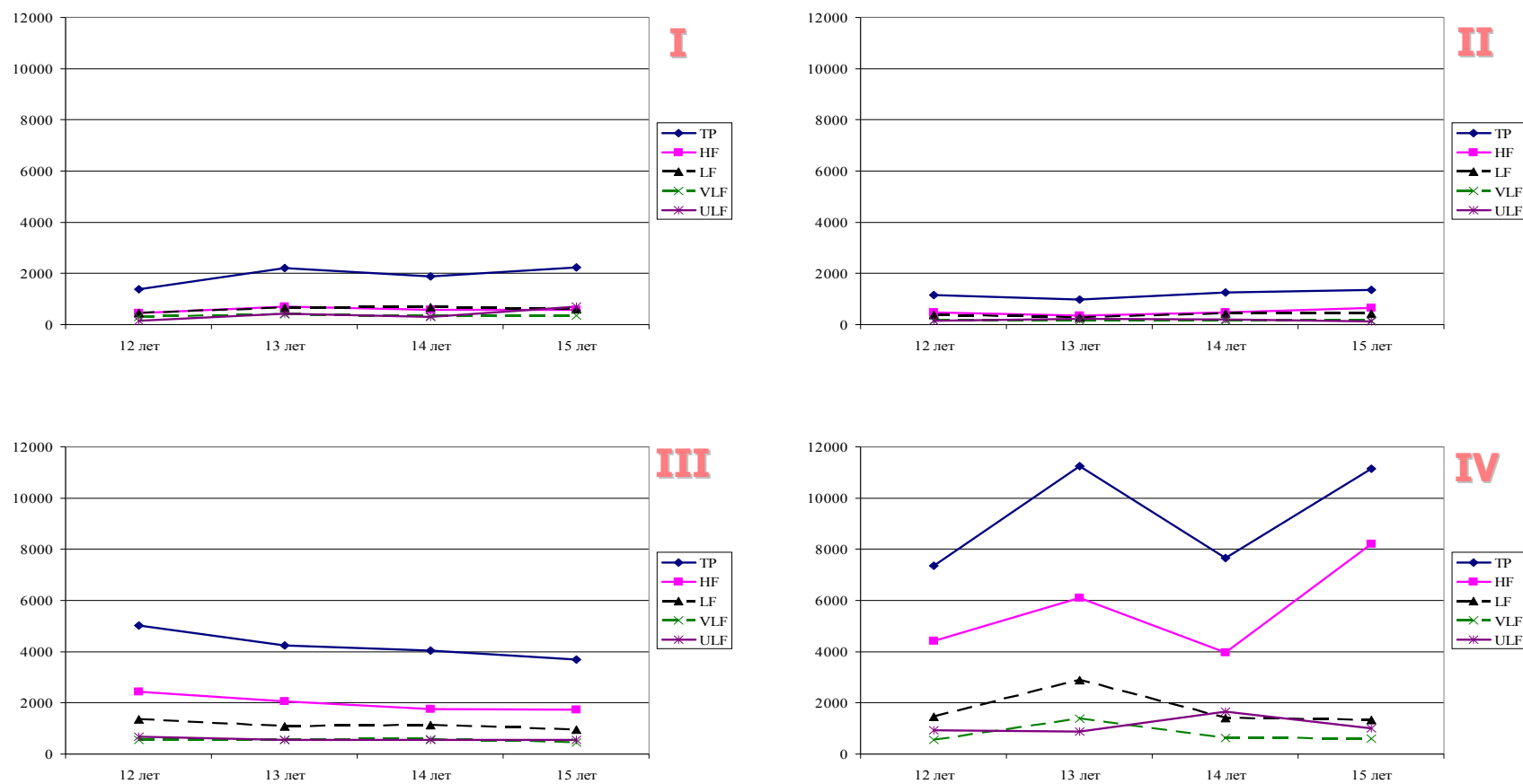


Рис. 53. Возрастные особенности медленно-волновой структуры ВСП у девочек 12-15 лет с разными типами регуляции сердечного ритма

- I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;
 II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;
 III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;
 IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

От 12 к 15 годам суммарная мощность спектра (TP) у детей IV группы возрастает по сравнению с III группой на 47,6%, а с I и II группами, соответственно, на 88,8% и 80,5%. В зависимости от типа регуляции выраженность абсолютных значений HF, LF, VLF и ULF волн и их соотношение в спектре различны (рис. 50, 52, 53). Важно отметить, что гендерные особенности медленно-волновой структуры спектра в этом возрасте носят диаметрально противоположный характер, особенно в I, II и IV группах (рис. 52, 53).

Для детей этого возраста умеренные значения дыхательных (HF) волн спектра характерны только для III группы. Самые высокие показатели HF волн выявлены в IV группе и самые низкие – в I и II группах. В IV группе мощность дыхательных (HF) волн выше, чем в III группе на 63%, а по отношению к I и II группам, соответственно, на 88,3% и 91,7%. Относительное содержание HF% волн в спектре в I группе в среднем составило 31,2%, во II – 37,3%, в III – 45,5% и IV – 52%.

Абсолютное содержание низкочастотных волн (LF) в спектре также наиболее выражено в IV группе (по отношению к III группе на 58,2%, а к I и II группам, соответственно, на 76,3% и 86,4%). Относительное содержание LF% волн в спектре составило в I группе – 33,2%, II – 33,1%, III – 26,9%, IV – 27,3%. При анализе ВСР у детей I группы, как и в младшем школьном возрасте, выявлено преобладание LF над HF волнами.

Очень низкочастотные колебания (VLF) наиболее выражены у детей IV группы. По отношению к III группе – на 44,2%, II – 83,4% и I – 59,1%.

Относительное содержание VLF волн в спектре в I группе в среднем было на уровне 28,4%, II – 13,8%, III – 12,2%, IV – 9,2%. В данном случае необходимо обратить внимание на тот факт, что в IV группе амплитуда VLF волн самая высокая, а относительное содержание VLF волн в спектре самое низкое, по сравнению с другими группами.

Это касается и значения ультранизкочастотных колебаний (ULF). Этот показатель в IV группе у исследуемых был выше, по сравнению с III, II и I группами, в среднем, соответственно, на 44,2%, 83,3%, 59%. А относительное его значение было самым низким (12%), по сравнению с III (15,3%), II (16,0%) и I (15,4%) группами.

3.2. Сравнение результатов анализа ВСР у школьников младшего и среднего возраста с одинаковыми типами регуляции

Результаты анализа ВСР у школьников младшего (7-11 лет) и среднего возраста (12-15 лет) представлены в таблице 20. При сравнении данных анализа ВСР у школьников разных возрастных групп с одинаковыми типами регуляции нами не выявлено существенных различий ни по одному из показателей.

Наряду с этим необходимо отметить важную тенденцию, которая заключается в следующем: во всех группах (I, II, III и IV) у детей среднего возраста, по сравнению с младшим возрастом, увеличиваются значения R-R, Mx, Mn кардиоинтервалов (в I группе соответственно на 6,3%, 4,9%, 8,6%; II – 7,8%, 4,9%, 10,5%; III – 10,0%, 4,8%, 12%; IV – 8,9%, 4,9%, 11,8%). Причем во всех четырех группах в большей степени изменяется Mn значение кардиоинтервалов, чем Mx. Однако, размах MxDMn кардиоинтервалов во всех четырех группах уменьшается (в I группе в среднем на 6,1%, II – 9,3%, III – 7,3%, IV – 9,2%) в результате того, что прирост показателей Mn превышает прирост Mx кардиоинтервалов. Подобную тенденцию к изменению ЧСС и увеличению значений R-R, Mx, Mn, вероятно, можно отнести к возрастному изменению функции сердца.

Таким образом, сравнительный анализ показателей ВСР у школьников 7-11 лет и 12-15 лет дает основание утверждать, что в период полового созревания отмечается тенденция к увеличению напряжения регуляторных систем, независимо от их типологических особенностей.

Таблица 20

Сравнение показателей ВСР у школьников младшего и среднего возраста с одинаковыми типами регуляции сердечного ритма ($M \pm m$)

Группа	возраст	ЧСС, ед/мин	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	D, мс ²	Amo50 %/50 мс	SI, усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
I	7-11 лет	90,5	668,1	235,5	35,3	13,2	2063,3	49,6	189,0	1908,5	588,9	689,2	367,5	262,9	30,9	36,1	19,3	13,8
		±2,8	±20,3	±16,1	±3,4	±2,7	±263,7	±3,7	±36,2	±219,2	±99,0	±111	±44,6	±58,0	±3,6	±2,9	±2,4	±2,3
	12-15 лет	85,3	710,1	223,5	36,7	13,8	2209,2	50,7	173,5	1921,3	601,4	638,4	373,7	305,7	31,3	33,3	19,6	15,7
		±2,1	±17,3	±8,8	±3,5	±2,6	±189,4	±2,4	±17,8	±171,8	±97,4	±73,7	±32,1	±67,1	±2,8	±2,6	±2,2	±2,5
II	7-11 лет	90,6	665,4	196,5	33,2	11,5	1512,5	58,9	257,1	1304,2	542,3	421,5	149,3	190,9	41,7	32,3	11,5	14,5
		±2,1	±15,5	±12,5	±2,9	±2,7	±170,5	±4,0	±37,4	±164,3	±96,3	±59,6	±17,6	±40,1	±3,5	±2,0	±1,4	±2,6
	12-15 лет	85,0	719,7	175,5	30,7	8,8	1316,3	62,5	274,5	1103,5	412,0	366,4	151,9	169,1	37,3	33,2	13,8	15,3
		±2,9	±26,6	±7,9	±2,4	±1,9	±117,2	±3,6	±33,8	±102,0	±64,1	±45,3	±12,7	±25,7	±3,5	±2,5	±1,3	±2,2
III	7-11 лет	81,0	741,9	340,6	67,4	39,9	4665,6	31,9	67,4	4101,9	2067,1	1175,2	468,0	390,5	50,3	28,8	11,5	9,5
		±1,6	±14,9	±14,7	±4,0	±2,9	±366,4	±1,3	±5,4	±316,0	±223,5	±131,8	±40,8	±68,3	±2,6	±2,1	±1,1	±1,7
	12-15 лет	73,7	821,4	334,3	67,7	41,1	4763,0	32,6	63,3	4167,7	1897,3	1123,9	510,0	635,5	45,2	27,1	12,3	15,4
		±1,4	±16,6	±11,3	±3,4	±2,5	±296,8	±1,2	±4,4	±269,7	±203,5	±87,1	±45,5	±99,7	±2,7	±1,8	±1,1	±2,1
IV	7-11 лет	73,4	823,7	500,1	126,0	59,4	10648,5	22,5	29,4	9272,5	6126,7	2327,1	557,6	405,0	66,0	25,1	6,0	4,4
		±2,3	±25,0	±30,5	±10,2	±4,3	±905,1	±1,5	±3,4	±843,3	±842,1	±339,9	±120	±188,7	±5,2	±3,1	±1,8	±2,3
	12-15 лет	69,5	880,6	484,6	116,0	57,4	10400,5	21,3	28,4	9826,9	5126,1	2684,2	912,9	1103,7	52,7	27,0	9,2	11,1
		±3,5	±43,5	±29,4	±14,4	±6,0	±1760,9	±2,1	±5,9	±1541,4	±103	±614,8	±173	±281,2	±5,6	±3,6	±1,9	±3,4

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

3.3. Сравнительный анализ показателей ВСР у школьников-спортсменов и не спортсменов 12-15 лет с разными типами регуляции

Еще Г.Ф. Ланг (1938) утверждал, что повышенная работоспособность симпатического отдела вегетативной нервной системы имеет громадное значение для физической работоспособности человека и для работоспособности аппарата кровообращения. Предел способности к спортивным достижениям определяется в значительной мере пределом функциональной симпатико-адреналовой системы. Поэтому избыток или недостаточность физических нагрузок отражаются на состоянии регуляторных систем организма и показателях ВСР. Анализ ВСР проведен у 120 школьников 12, 13, 14 и 15 лет, регулярно занимающихся игровыми видами спорта (футбол, хоккей, баскетбол). Распределение школьников–спортсменов и не спортсменов по преобладающим типам регуляции сердечного ритма представлено в таблице 21.

Таблица 21

Распределение школьников–спортсменов и не спортсменов по преобладающим типам регуляции сердечного ритма (в %)

Возраст, лет	Количество человек		I группа		II группа		III группа		IV группа	
	с	н	с	н	с	н	с	н	с	н
12	36	28	9,6	21,5	38,7	25,0	35,5	46,4	16,1	7,1
13	32	35	11,7	20,1	23,5	40	41,2	22,8	23,6	17,1
14	30	36	11,1	19,4	14,8	30,5	40,7	33,3	33,3	16,8
15	22	27	30,4	22,2	21,7	25,9	21,9	33,3	26,1	18,5
Всего	120	126	15,7	20,8	24,6	30,4	34,9	33,9	24,8	14,9

I - умеренное преобладание центральной регуляции;

II - выраженное преобладание центральной регуляции;

III - умеренное преобладание автономной регуляции;

IV - выраженное преобладание автономной регуляции;

«с» – спортсмены; «н» – не спортсмены

Анализ ВСР выявил, что среди 120 юных спортсменов 12-15 лет 15,7% имели умеренное, 24,6% выраженное преобладание центральной регуляции сердечного ритма, то есть 40,3% юных спортсменов в

покое имели преобладание центральной регуляции. Если предположить, что тип с умеренным преобладанием центральной регуляции может быть генетически детерминированным, то вегетативная дизрегуляция у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) может быть ранним признаком нарушения системы кровообращения или одной из причин развития перенапряжения сердца в результате чрезмерных для данных детей физических нагрузок. Исследования последних лет позволяют утверждать, что чрезмерные физические нагрузки - не столько самостоятельная причина, сколько пусковой фактор, способствующий проявлению врожденных и приобретенных изменений в системе регуляции сердца и сосудов (Земцовский Э.В., 1995; Гаврилова Е.А., 2007). Ранее не проявляющие себя нарушения в функционировании системы кровообращения, а так же в системах регуляции, могут начать прогрессировать именно после прихода детей в спорт. В то же время, неправильно проведенный отбор для занятий спортом, совмещение учебы и больших спортивных, соревновательных и психоэмоциональных нагрузок способствует выраженному напряжению регуляторных систем у этих школьников. Необходимо так же учитывать роль полового созревания в состоянии регуляторных систем. Кроме того, в настоящее время вдвое возросла и психосоматическая патология, причем, наиболее серьезная в подростковом возрасте (Баранов А.А., 1999). В этом случае рациональному повышению двигательной активности должна отводиться важная роль в формировании и сохранении здоровья подрастающего поколения.

По мнению некоторых авторов, спорт является наиболее эмоциогенным из всех видов человеческой деятельности (Сурков Е.Н. и соавт., 1988; Земцовский Э.В., 1995; Гаврилова Е.А., 2007).

Занятия спортом у детей могут стать причиной развития заболеваний, если не учитываются индивидуально-типологические особенности регуляторных систем, наличие патологической наследственности, скрытых донозологических состояний и патологических изменений. И в первую очередь донозологические состояния могут проявляться у детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа).

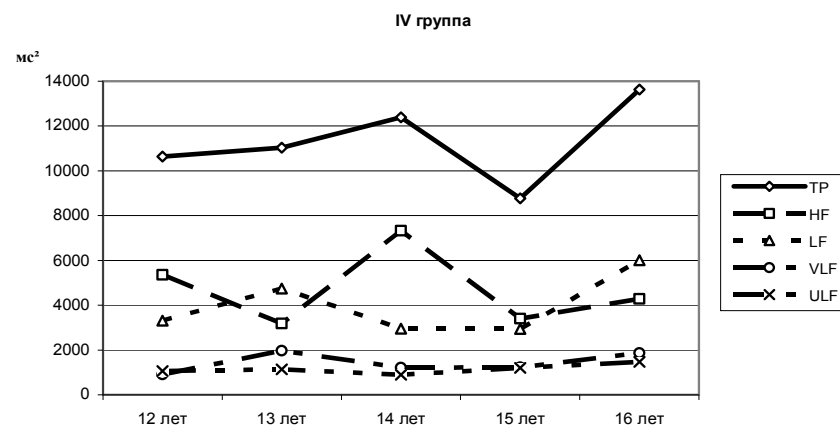
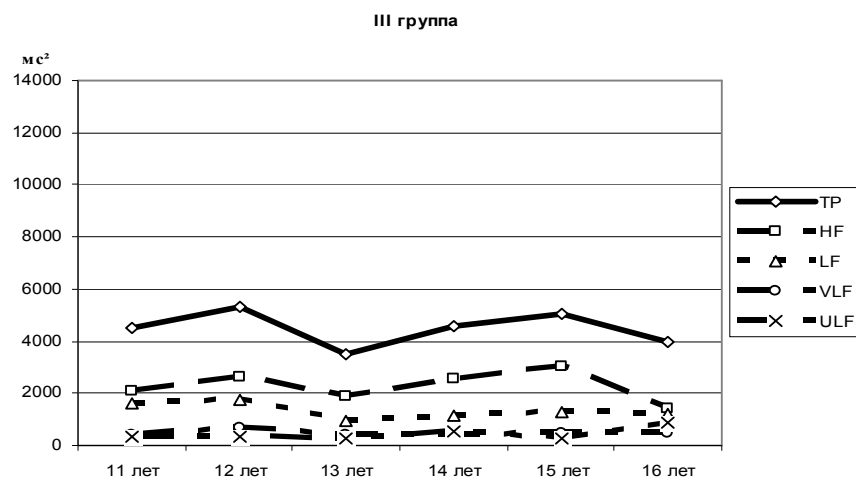
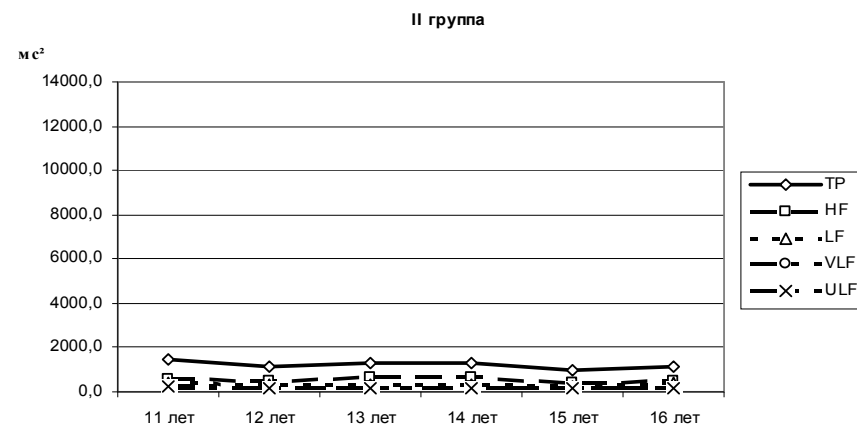
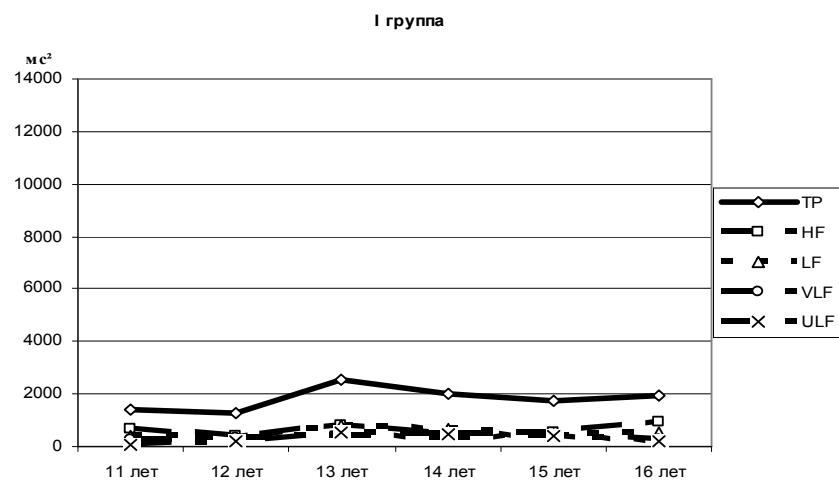


Рис. 54. Возрастные аспекты показателей ВСР у спортсменов с разными типами регуляции сердечного ритма

I группа - умеренное преобладание центральной регуляции; II группа - выраженное преобладание центральной регуляции;
 III группа - умеренное преобладание автономной регуляции; IV группа - выраженное преобладание автономной регуляции;

Таблица 22

**Динамика показателей ВСП у школьников спортсменов и не спортсменов в возрасте от 12 до 15 лет
с разными типами регуляции (M±m)**

Группа	Возраст		R-R мс	MxDM мс ⁿ	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF%	LF%	VLF%	ULF%
I группа	12 лет	спортсмены	797,6* ±24,7	196 ±6,2	35,6 ±4,9	14,6 ±6,9	5,0* ±0,3	172,6 ±5,2	1259,8 ±167,9	426,4 ±143,6	337,1* ±31,9	308,4 ±27,7	187,9 ±35,1	33,8 ±7,5	26,8* ±1,1	24,5 ±1,7	14,9 ±5,1
		не спортсмены	668,0 ±13,8	211,3 ±10,7	33,4 ±2,7	9,9 ±1,9	6,6 ±0,4	204,9 ±23,0	1750,4 ±215,9	598,9 ±105,3	591,9 ±93,8	366,9 ±50,5	192,6 ±34,5	34,2 ±2,0	33,8 ±2,9	21,0 ±2,0	11,0 ±1,2
	13 лет	спортсмены	842,0* ±43,3	222,5 ±42	44,3 ±3,6	22,5 ±6,0	6,4 ±0,9	199,7 ±89,4	2529,2 ±254,4	823,7 ±36,0	771,9 ±229,2	401,8 ±35,3	531,8 ±250,4	32,6 ±4,2	30,5 ±9,0	15,9 ±1,5	21,0 ±7,8
		не спортсмены	696,3 ±18,8	215,5 ±7,7	36,7 ±3,2	13,3 ±2,2	6,7 ±0,3	196,6 ±22,3	2032,2 ±170,0	631,0 ±97,1	656,0 ±70,4	393,2 ±34,1	336,9 ±76,1	31,0 ±2,8	32,3 ±2,6	19,3 ±2,2	16,6 ±2,6
	14 лет	спортсмены	757,4 ±28,6	239,3 ±17,6	34,4 ±4,6	14,1 ±4,8	6,2 ±0,3	132,9 ±21,5	1986,6 ±155,3	481,5 ±70,8	653,3 ±70,3	351,1 ±35,8	500,8 ±123,7	24,2 ±3,6	32,9 ±3,3	17,7 ±1,5	25,2 ±4,4
		не спортсмены	743,5 ±18,3	226,7 ±7,9	37,1 ±3,4	16,7 ±3,3	6,2 ±0,2	149,8 ±14,3	1748,6 ±114,1	505,1 ±74,9	604,7 ±62,1	365,8 ±28,2	279,4 ±29,5	28,9 ±3,4	34,6 ±1,9	20,9 ±2,4	16,0 ±1,9
	15 лет	спортсмены	750,6 ±25,3	221,2 ±13,3	33,3 ±2,2	10,9 ±2,3	6,1 ±0,3	155,5 ±22,9	1762,0 ±230,5	503,4 ±60,9	481,8 ±106,2	390,9 ±48,6	385,8 ±110,9	28,6 ±1,3	27,3 ±4,4	22,2 ±3,1	21,9 ±4,1
		не спортсмены	732,5 ±18,2	240,5 ±9,0	39,6 ±4,8	15,3 ±3,1	6,8 ±0,3	142,8 ±11,6	2154,1 ±187,1	670,6 ±112,2	701,0 ±68,4	368,8 ±15,5	413,7 ±128,4	31,1 ±3,2	32,5 ±2,8	17,1 ±2,2	19,2 ±4,5
II группа	12 лет	спортсмены	726 ±48,4	174,4 ±34,3	34,7 ±9,2	13,2 ±8,5	5,0 ±0,9	292,1 ±37,9	1112,2 ±351,6	454,6 ±235,3	339 ±176,4	136 ±18,0	181 ±100,7	34,9 ±6,8	29,7 ±4,6	14,3 ±4,8	17 ±4,4
		не спортсмены	687,8 ±15,5	181,1 ±9,8	29,8 ±2,7	7,7 ±2,0	5,4 ±0,3	284,8 ±42,7	1129,0 ±111,6	424,5 ±67,9	378,4 ±43,3	152,4 ±11,7	164,2 ±26,5	37,6 ±3,0	33,5 ±2,7	13,5 ±1,2	14,5 ±2,2
	13 лет	спортсмены	786,4* ±20,4	183,4 ±13,0	38,0* ±2,6	17,4* ±3,1	4,9 ±0,3	225,3 ±37,7	1320,5 ±114,4	679,1* ±101,1	347,9 ±36,7	155,7 ±15,5	137,8 ±33,2	51,4* ±5,0	26,4 ±2,3	11,8 ±1,3	10,4 ±2,8
		не спортсмены	707,0 ±20,3	178,8 ±9,5	29,4 ±2,1	9,7 ±2,1	4,9 ±0,2	273,5 ±30,4	1068,3 ±97,7	375,4 ±47,8	349,3 ±47,7	148,0 ±10,9	188,6 ±30,5	35,1 ±3,4	32,7 ±2,4	13,9 ±1,2	17,7 ±2,4

Продолжение таблицы 22

Группа	Возраст		R-R мс	MxMn мс ⁿ	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	SI усл.ед	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF%	LF%	VLF%	ULF%
II группа	14 лет	спортсмены	812,2* ±81,6	222,5 ±43,4	45,3* ±15,1	21,2* ±10,3	5,3 ±0,7	292,3 ±117,5	2208,6 ±751,8	992,7* ±389,8	857,5 ±329,5	133,3 ±27,7	225,2 ±36,9	44,9* ±5,7	38,8* ±5,1	6,0 ±3,0	10,2 ±4,7
		не спортсмены	724,8 ±20,8	170,1 ±7,9	29,6 ±1,5	8,4 ±1,4	4,9 ±0,3	279,6 ±25,8	1101,9 ±96,2	398,3 ±51,0	393,8 ±40,5	152,1 ±11,8	157,7 ±25,2	36,1 ±2,7	35,7 ±2,0	13,8 ±1,2	14,3 ±1,5
	15 лет	спортсмены	791,8 ±28,2	179,4 ±17,4	37,1 ±4,9	17,1 ±5,9	4,9 ±0,7	221,0 ±30,5	1015,2 ±191,1	417,6 ±105,9	270,6 ±50,0	134,4 ±31,5	192,7 ±58,6	41,1 ±6,0	26,6 ±3,6	13,2 ±3,0	19,0 ±4,7
		не спортсмены	759,4 ±49,6	172,1 ±4,6	33,8 ±3,2	9,3 ±2,1	4,9 ±0,3	260,3 ±36,2	1115,0 ±102,4	449,9 ±89,6	344,1 ±49,7	155,3 ±16,4	165,8 ±20,5	40,3 ±5,0	30,9 ±3,0	13,9 ±1,7	14,9 ±2,7
III группа	12 лет	спортсмены	868,4* ±21,5	381,6 ±14,7	86,2 ±6,1	52,4* ±3,6	8,8 ±0,3	46,5* ±5,0	5333,7 ±408,5	2619,6 ±312,6	1761* ±191,4	645,7 ±75,5	307,3* ±38,4	49,1 ±3,3	33,0 ±2,7	12,1 ±1,2	5,8* ±1,1
		не спортсмены	805,3 ±15,3	354,8 ±13,1	74,5 ±3,2	43,8 ±2,0	9,1 ±0,4	60,7 ±4,2	4695,9 ±342,5	2446,5 ±310,8	1170,0 ±84,9	484,4 ±44,5	556,6 ±80,1	52,1 ±2,7	24,9 ±1,9	10,3 ±0,7	11,9 ±1,4
	13 лет	спортсмены	856,3 ±25,0	306,3 ±16,6	66,9 ±6,1	48,8 ±4,5	7,4 ±0,5	63,4 ±6,5	3492,7 ±364,9	1890,0 ±364,8	935,3* ±58,5	394,1 ±46,4	273,4* ±62,1	54,1 ±4,4	26,8 ±2,6	11,3 ±1,3	7,8* ±1,8
		не спортсмены	797,9 ±14,4	333,5 ±10,7	65,2 ±4,0	39,5 ±2,7	8,4 ±0,2	63,3 ±5,2	4019,2 ±251,3	1790,1 ±200,6	1100,9 ±54,5	526,3 ±49,2	601,8 ±70,9	44,5 ±3,0	27,4 ±1,3	13,1 ±1,5	15,0 ±1,8
	14 лет	спортсмены	876,4* ±20,4	345,3 ±13,7	77,9* ±5,5	53,8* ±4,4	8,1 ±0,4	49,7* ±4,8	4553,4 ±352,3	2542* ±348,3	1123,5 ±117,5	382,2 ±73,1	505,4 ±86,2	55,8* ±4,2	24,7 ±3,1	8,4* ±2,0	11,1 ±2,0
		не спортсмены	815,5 ±15,0	319,1 ±9,5	64,5 ±2,9	39,3 ±2,3	8,2 ±0,3	67,4 ±3,5	3916,9 ±211,1	1629,3 ±131,2	1194,0 ±174,1	539,5 ±45,3	660,5 ±103,3	41,6 ±2,4	30,5 ±2,6	13,8 ±1,1	16,9 ±2,1
	15 лет	спортсмены	856,7 ±35,6	343,2 ±37,3	80,5 ±13,7	48,7 ±4,7	8,5 ±1,5	60,6 ±7,6	5053,6 ±1541,1	3025,3 ±1247,7	1292,9 ±218,4	440,5 ±62,2	294,9* ±42,8	59,9 ±6,5	25,6 ±4,4	8,7 ±1,4	5,8* ±1,0
		не спортсмены	866,9 ±21,7	329,8 ±11,7	66,8 ±3,6	41,8 ±3,0	7,9 ±0,3	61,8 ±4,8	4039,0 ±274,0	1684,8 ±177,6	1141,3 ±132,1	489,8 ±42,9	723,1 ±144,5	41,7 ±3,1	28,3 ±2,4	12,1 ±1,1	17,9 ±2,9

Группа	Возраст		R-R мс	MxDMn мс"	RMSSD мс	pNN50 %	CV %	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF%	LF%	VLF%	ULF%
IV группа	12 лет	спортсмены	942,4* ±13,8	534,8 ±29,6	134,3 ±16,9	64,8 ±4,2	11,8 ±0,8	20,3 ±2,2	10631,1 ±1469,1	5357,3 ±1566,4	3308,9* ±355,4	904,8* ±155,3	1060,1 ±209,1	50,4* ±6,1	31,1* ±3,9	8,5 ±2,1	10,0 ±2,8
		не спортсмены	825,3 ±39,0	446,8 ±35,0	120,3 ±22,0	59,8 ±5,7	12,2 ±0,8	29,0 ±7,6	9361,2 ±2031,6	6401,0 ±1512,8	1559,2 ±431,6	527,4 ±32,0	873,6 ±265,8	68,4 ±5,8	16,7 ±3,1	5,6 ±0,9	9,3 ±2,5
	13 лет	спортсмены	991,8* ±19,8	517,0 ±57,1	126,9 ±24,1	62,9 ±7,2	11,0 ±1,8	22,1 ±7,3	11035,5 ±3043,5	3179,7 ±1137,2	4741,6 ±1630	1973,5 ±919,8	1140,7 ±653,5	28,8* ±7,8	43,0* ±6,7	17,9 ±5,4	10,3 ±3,5
		не спортсмены	812,3 ±25,5	483,4 ±21,8	105,1 ±9,6	55,8 ±3,9	12,1 ±0,4	33,5 ±3,1	8872,4 ±1018,8	4852,8 ±773,0	2306,6 ±279,3	885,4 ±188,4	827,5 ±148,1	54,7 ±5,0	26,0 ±1,8	10,0 ±1,8	9,3 ±2,1
	14 лет	спортсмены	1020,3 ±48,9	553,0 ±28,6	157,8 ±13,8	72,5* ±3,0	11,6 ±0,8	18,6 ±2,4	12389,4 ±1529,6	7327,4 ±1624,9	2952,7 ±323,5	1216,6 ±220,5	892,7 ±235,6	59,1 ±6,6	23,8 ±3,3	9,8 ±2,8	7,2 ±2,2
		не спортсмены	921,3 ±47,1	502,6 ±31,2	123,6 ±9,8	56,3 ±5,2	11,5 ±0,7	26,4 ±4,5	10441,0 ±1936,8	4954,2 ±838,0	3061,6 ±802,1	1018,6 ±171,2	1406,6 ±417,7	47,4 ±3,8	29,3 ±3,2	9,8 ±2,0	13,5 ±3,2
	15 лет	спортсмены	916,2 ±32,1	468,0 ±27,4	104,4 ±3,3	60,0 ±4,3	10,9 ±1,0	26,9 ±2,5	8776,5 ±878,7	3406,2 ±328,0	2946,1 ±817,7	1226,0 ±181,2	1198,2 ±390,9	40,1 ±4,4	31,6 ±6,0	14,1 ±1,7	14,2 ±5,1
		не спортсмены	963,7 ±62,2	505,5 ±29,4	115,0 ±16,2	57,7 ±9,3	11,3 ±0,4	24,8 ±8,5	10632,8 ±1178,5	4296,5 ±1002,5	3809,2 ±946,0	1220,1 ±300,9	1307,0 ±293,1	40,4 ±7,9	35,8 ±6,3	11,5 ±2,9	12,3 ±5,9

* - достоверные различия показателей спортсменов и не спортсменов в каждой возрастной группе при P<0,05

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;
 II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;
 III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;
 IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

Таблица 23

Различия в средних показателях ВСР у школьников – спортсменов и не спортсменов от 12 до 15 лет с разными типами регуляции ($M \pm m$)

Группа		ЧСС, уд/м	R-R, мс	Mx, мс	Mn, мс	MxDMn мс	RMSSD, мс	pNN50, %	CV, %	D, мс ²	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
I группа	C	76,8 ±3,0	786,9 ±30,5	903,6 ±25,4	683,9 ±32,6	219,7 ±19,8	36,9 ±3,8	15,5 ±5,0	5,9 ±0,4	2203,2 ±271,3	165,2 ±34,8	1884,4 ±202,0	558,8 ±77,8	561,0 ±109,4	363,0 ±36,9	401,6 ±130,0	29,7 ±4,2	29,4 ±4,5	20,6 ±1,9	20,3 ±5,3
	НС	85,3 ±2,1	710,1 ±17,3	825,4 ±18,3	601,9 ±16,4	223,5 ±8,8	36,7 ±3,5	13,8 ±2,6	6,6 ±0,3	2209,2 ±189,4	173,5 ±17,8	1921,3 ±171,8	601,4 ±97,4	638,4 ±73,7	373,7 ±32,1	305,7 ±67,1	29,8 ±2,8	33,6 ±2,6	21,1 ±2,2	15,4 ±2,5
II группа	C	78,3 ±4,0	779,2 ±44,6	872,4 ±48,4	682,5 ±41,1	189,9 ±27,0	38,8 ±7,9	17,2 ±7,0	5,0 ±0,7	1689,4 ±441,9	257,3 ±75,6	1414,2 ±352,2	636,0 ±208,0	453,9 ±148,2	140,0 ±27,7	184,4 ±57,4	41,8 ±7,5	30,2 ±5,1	12,5 ±3,0	15,5 ±5,0
	НС	85,0 ±2,9	719,7 ±26,6	808,2 ±27,0	633,9 ±26,9	175,5 ±7,9	30,7 ±2,4	8,8 ±1,9	5,0 ±0,3	1316,3 ±117,2	274,5 ±33,8	1103,5 ±102,0	412,0 ±64,1	366,4 ±45,3	151,9 ±12,7	169,1 ±25,7	35,7 ±3,5	32,9 ±2,5	14,9 ±1,3	16,0 ±2,2
III группа	C	69,9 ±2,1	864,4 ±25,6	1039,3 ±24,4	695,2 ±24,4	344,1 ±20,6	77,9 ±7,9	50,9 ±4,3	8,2 ±0,7	5142,8 ±749,3	55,1 ±6,0	4608,3 ±666,7	2519,3 ±568,3	1278,2 ±146,5	465,6 ±64,3	345,2 ±57,4	51,2 ±4,6	29,5 ±3,2	11,0 ±1,5	8,3 ±1,5
	НС	73,7 ±1,4	821,4 ±16,6	979,9 ±22,6	662,0 ±15,5	334,3 ±11,3	67,7 ±3,4	41,1 ±2,5	±8,4 ±0,3	4763,0 ±296,8	63,3 ±4,4	4167,7 ±269,7	1887,7 ±205,1	1151,5 ±111,4	510,0 ±45,5	635,5 ±99,7	43,8 ±2,8	28,3 ±2,0	12,7 ±1,1	15,3 ±2,1
IV группа	C	62,5 ±1,8	967,7 ±28,7	1215,8 ±26,2	697,6 ±34,5	518,2 ±35,7	130,8 ±14,5	65,1 ±4,7	11,3 ±1,1	12167,1 ±1959,9	22,0 ±3,6	10708,1 ±1730,2	4817,6 ±1164,1	3487,3 ±781,7	1330,2 ±369,2	1072,9 ±372,3	42,8 ±6,2	32,9 ±5,0	13,4 ±3,0	10,9 ±3,4
	НС	69,5 ±3,5	880,6 ±43,5	1125,2 ±50,7	646,3 ±26,4	484,6 ±29,4	116,0 ±14,4	57,4 ±6,0	11,8 ±0,6	10400,5 ±1760,9	28,4 ±5,9	9826,9 ±1541,4	5126,1 ±1031,6	2684,2 ±614,8	912,9 ±173,2	1103,7 ±281,2	52,2 ±5,6	26,1 ±3,6	9,8 ±1,9	12,0 ±3,4

«С» – спортсмены; «НС» – не спортсмены

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции; II группа – выраженное преобладание центральной регуляции; III группа – умеренное преобладание автономной регуляции; IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

При допуске детей к занятиям спортом тренерами и врачами чаще всего не учитывается исходное функциональное состояние регуляторных систем, и их адаптивные возможности, что является одной из причин быстрого наступления дисрегуляции и перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом.

Полученные нами данные о генетической детерминированности типов вегетативной регуляции сердечного ритма (Шлык Н.И., 1991) позволяют по-новому посмотреть на вегетативное обеспечение системы кровообращения и как на генетический фактор риска развития патологии сердечно-сосудистой системы при занятиях спортом, особенно у детей с центральным типом регуляции сердечного ритма (I и II группы). Поэтому, выявление у школьников-спортсменов на ранних этапах тренировочного процесса постоянно выраженного преобладания центральной регуляции требует пристального внимания тренеров и врачей.

Влияние систематических занятий спортом на детский организм, в частности на состояние сердечно-сосудистой системы до сего времени привлекает внимание ученых. Трактовка изменений в деятельности сердца у юных спортсменов остается спорной в спортивной физиологии, педиатрии, кардиологии и спортивной медицине. Существуют противоречивые мнения: считать ли обнаруженные изменения функциональных сдвигов «особенностями» спортивного сердца или относить их к патологическим состояниям. Систематические занятия спортом вызывают закономерные изменения в деятельности центральной и вегетативной нервных систем, регулирующих аппарат кровообращения.

Сравнение показателей ВСР у спортсменов и школьников среднего возраста с разным преобладающим типом регуляции сердечного ритма представлено в таблицах 22 и 23.

При анализе ВСР в состоянии покоя у юных спортсменов с увеличением возраста выявлено усиление холинергической регуляции сердечно-сосудистой системы. Возрастающая активность парасимпатического отдела является результатом адаптивной перестройки деятельности ВНС и центральных структур регуляции в ответ на требования, предъявляемые к системе кровообращения систематическими физическими нагрузками. Нарастание вагусных влияний на сердце идет по-разному, в зависимости от типа вегетативной регуляции.

Так, у спортсменов 12-15 лет III группы при адаптации к спортивным нагрузкам уменьшается ЧСС, увеличивается R-R и выраженность синусовой аритмии (MxDMn), снижается SI, увеличиваются суммарная площадь спектра (TP), амплитуда дыхательных волн (HF), и их относительное содержание в спектре, но при этом снижаются как относительные, так и абсолютные значения LF, VLF и ULF волн.

С увеличением возраста изменения в состоянии регуляции носят колебательный характер (рис. 54). Однако эти изменения в показателях ВСР не выходят за пределы оптимальных значений, характерных для III группы.

При сравнении показателей ВСР у школьников–спортсменов и не спортсменов III группы установлено, что у первых нарастание вагусных влияний на сердце более выражено (больше значение R-R, Mx, Mn, RMSSD, pNN50, HF, HF%).

У спортсменов I и II групп, по сравнению с не занимающимися, отмечаются признаки нарастания дизрегуляции: снижение разброса (MxDMn) кардиоинтервалов на фоне увеличения R-R, увеличение SI, снижение HF волн и относительного показателя ULF %.

То есть, спортсмены II группы отличались от не занимающихся большим размахом R-R интервалов при возрастающей централизации сердечного ритма.

При сравнении показателей SI и спектрального анализа ВСР у школьников, занимающихся и не занимающихся спортом с разными функциональными состояниями регуляторных систем, нами установлено, что у школьников спортсменов и не спортсменов III группы по сравнению с I и II группами достоверно низкие показатели SI и умеренно высокие значения TP и всех составляющих спектра (HF, LF, VLF и ULF). У спортсменов ниже SI и больше значения TP, HF и LF, чем у школьников - не спортсменов.

У спортсменов IV группы с выраженным преобладанием автономной регуляции, по сравнению с не занимающимися IV группы, регистрируются более значительное удлинение R-R интервалов и колебания MxDMn более 500 мс. У них меньше SI, существенно больше TP, амплитуда дыхательных волн и их относительное значение (HF %) в спектре. При этом содержание LF, VLF и ULF в спектре больше. Эти изменения особенно характерны для детей 12, 13 и 14 лет.

Таблица 24

Анализ ВСР у одних и тех же спортсменов в начале (1) и в конце (2) подготовительного тренировочного периода

ФИО	трени- ровоч- ный пе- риод	R-R мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV, %	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
		хоккей														
А-в К.	1	894	397	99	60,7	8,8	34	5705,5	3627,8	1370,2	352,8	354,7	63,6	24,0	6,2	6,2
А-в К.	2	847	286	72	55,6	6,7	73	2895,7	1383	931,3	254,6	326,8	47,8	32,2	8,8	11,3
П-в Д.	1	843	379	97	66,6	9,7	35	5850,3	4090,9	962,9	368,2	428,4	69,9	16,5	6,3	7,3
П-в Д.	2	869	393	95	66,5	9,4	33	5580,7	3914,9	1039,3	255,1	371,4	70,2	18,6	4,6	6,7
Л-н Р.	1	820	291	47	30,7	6,8	73	2755,5	847,9	1113,4	593,2	200,9	30,8	40,4	21,5	7,3
Л-н Р.	2	926	334	84	59	7,7	40	4711,9	2286,1	2082,7	243	100,2	48,5	44,2	5,2	2,1
		футбол														
П-в А.	1	1072	490	112	65,9	9,1	17	6441,5	3063,5	2362,1	736,8	279,0	47,6	36,7	11,4	4,3
П-в А.	2	938	429	97	51,1	9,5	34	7208,2	2802,6	3024,4	1000,6	380,4	38,9	42,0	13,9	5,3
Ск-в Н.	1	754	310	65	50,8	7,6	75	4114,1	1726,4	1860,5	369,8	157,4	40,2	45,2	9,0	3,8
Ск-в Н.	2	811	403	109	69,8	10	40	5940,9	3799,6	1206,	608,3	326,9	64,0	20,3	10,2	5,5
Г-ев В.	1	954	446	98	55,1	8,5	34	6595,7	3556,4	1907,6	869,9	261,7	53,9	28,9	13,2	4,0
Г-ев В.	2	924	289	59	43,3	6,1	75	2973,7	1378,5	919,3	476,9	198,9	46,4	30,9	16,0	6,7

Таким образом, согласно данным анализа ВСР, наиболее оптимальное состояние регуляторных систем выявлено у юных спортсменов III группы. Неизвестно, дети I - II и IV группы пришли в спорт с различными дизрегуляторными проявлениями изначально и занятия спортом усугубили их проявление, или они возникли благодаря физическим нагрузкам, не соответствующим адаптивным возможностям организма занимающихся. В любом случае, при отборе в спорт анализ ВСР поможет выявить изначально нарушения в состоянии регуляторных систем, а также контролировать степень переносимости физических нагрузок и формирование нового уровня адаптивных возможностей организма.

Часть III. Вариабельность сердечного ритма при занятиях физкультурой и спортом

Глава 4. Результаты исследования вариабельности сердечного ритма у детей и спортсменов с разными типами регуляции при физических нагрузках и тренировочном процессе

4.1. ВСР у детей дошкольного возраста с разными типами регуляции при занятиях физкультурой

Анализ ВСР является важным методом для изучения процессов адаптации и управления учебным и тренировочным процессом при выполнении физических нагрузок. Нами были проведены динамические исследования ВСР у 227 одних и тех же детей в возрасте от 4 до 7 лет, которые находились на разных двигательных режимах: расширенном и обычном. Расширенный двигательный режим включал ежедневные занятия физкультурой в детском саду (20 мин), а обычный режим – два занятия в неделю.

Результаты анализа ВСР в покое (в положении лежа) выявили, что с увеличением возраста, независимо от индивидуальнотипологических особенностей регуляции, под влиянием расширенного двигательного режима структура ВСР изменяется более существенно, чем при обычном двигательном режиме, отражая процесс становления новых, более совершенных взаимоотношений регуляторных

систем: снижается влияние центра, усиливается активность автономной регуляции на ритм сердца (Шлык Н.И., 1991).

Чем с более раннего возраста дети приступали к систематическим занятиям физкультурой, тем существенней были созревание и перестройка в функциональном состоянии регуляторных систем. Нами установлено, что в зависимости от преобладающего типа регуляции (автономного или центрального), процесс созревания и совершенствования систем происходит по-разному. У детей с преобладанием центральной регуляции (I группа) созревание и перестройка в деятельности регуляторных систем были менее выражены, чем у детей с преобладанием автономной регуляции (III группа). У первых для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы при физических нагрузках организм затрачивает существенно больше усилий, так как имеет постоянное более высокое напряжение регуляторных систем. Как показали наши исследования, за 4 года систематических занятий физкультурой дети I группы так и не достигли уровня зрелости регуляторных систем, характерной для III группы.

Исследованиями ВСП установлено, что у детей с преобладанием центральной регуляции (I группа) созревание и совершенствование регуляторных систем происходят более медленными темпами, чем у их сверстников с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа). У первых на протяжении всего периода исследований поддерживается дисбаланс между состоянием симпатического, парасимпатического отделов ВНС и центральными звеньями регуляции, что способствует устойчивому сохранению напряжения регуляторных систем. Важно определить, почему устойчиво держится преобладание централизации в управлении сердечным ритмом у детей I группы: в результате запаздывания в развитии парасимпатического отдела ВНС или опережения в созревании симпатического отдела. По данным анализа ВСП, дети с центральным типом регуляции существенно отстают от сверстников с автономным типом регуляции по функционированию и адаптивным возможностям регуляторных систем. Так, при сравнении показателей ВСП у детей 4 лет III группы и детей 7 лет I группы, установлено, что у первых реже ЧСС, больше значения $MxDMn$, $SDNN$, $RMSSD$, $pNN50$, меньше $AMo50$, SI и больше TP и абсолютные показатели волновой структуры спектра (HF, LF, VLF и ULF), то есть дети 4 лет с преобладанием автономной

регуляции опережают детей 7-летнего возраста с преобладанием центральной регуляции по уровню зрелости регуляторных систем на 3 года.

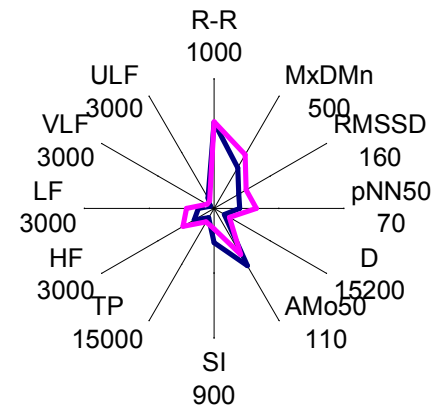
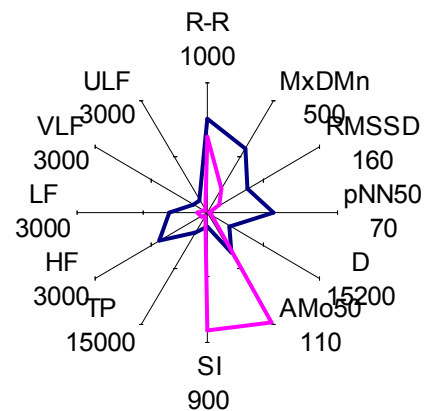
Работами Шлык Н.И. (1991), Гуштуровой И.В. (1995) установлено, что у детей III группы, по сравнению с детьми I группы, центральная и периферическая гемодинамика отличается большим совершенством. У первых реже ЧСС, больше УОК и большая интенсивность кровоснабжения как центральных, так и периферических отделов тела.

Таким образом, данные анализа ВСР о типологических особенностях регуляции у детей имеют большое значение для оценки созревания и функционирования системы кровообращения, определения адекватного двигательного режима и его влияния на организм.

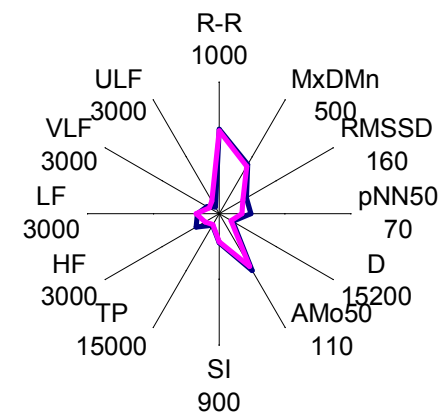
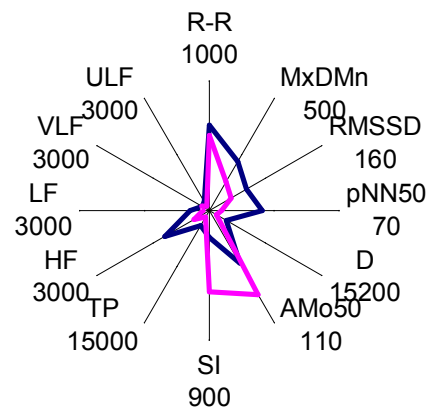
Применение расширенного двигательного режима у детей с разными типами регуляции (автономным или центральным) в течение 4-х лет позволило получить представление о разном влиянии однотипных физических нагрузок на функциональное созревание регуляторных систем и выявить особенности приспособительных возможностей организма к ежедневным занятиям физкультурой.

Установлено, что у детей созревание кардиорегуляторных систем тесно связано с двигательной активностью. Сниженный двигательный режим в условиях дошкольных образовательных учреждений неблагоприятно сказывается на состоянии кровообращения, тормозит его развитие, способствует снижению адаптационно-приспособительных механизмов, особенно у детей с преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (Шлык Н.И., 1991). Это еще раз подчеркивает важность систематических занятий физической культурой для совершенствования аппарата кровообращения и регуляторных систем с ранних лет.

Не менее интересны исследования ВСР у одних и тех же детей 6-7 лет с разными типами регуляции сердечного ритма при выполнении физических нагрузок разного характера (занятия физкультурой в зале и плавание в бассейне). Нами установлено, что плавание в бассейне вызывает у всех детей, независимо от типа регуляции, более выраженное напряжение регуляторных систем, чем занятия физкультурой в зале.



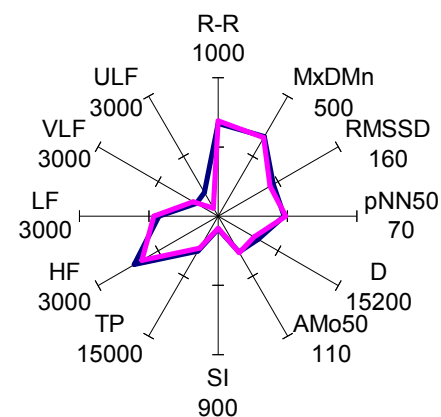
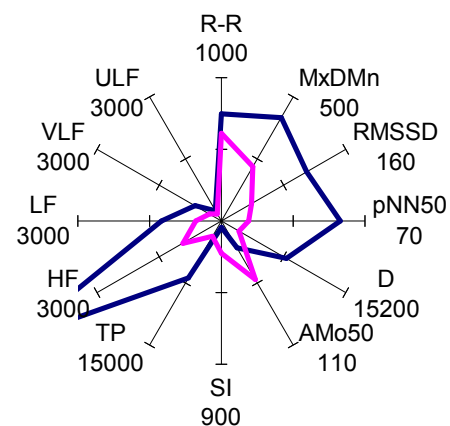
I группа



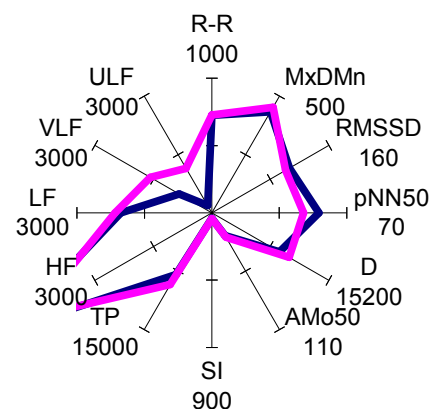
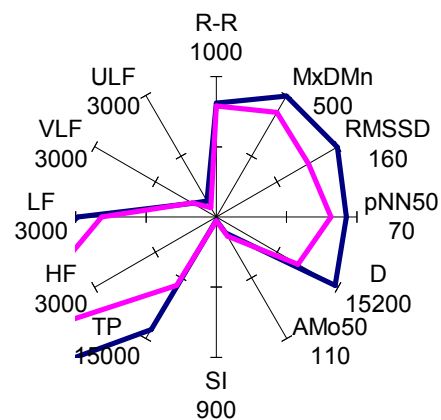
II группа

■ до плавания ■ после плавания ■ до физкультуры ■ после физкультуры

Рис. 55. Динамика показателей ВСР у детей 6-7 лет с преобладанием центральной регуляции (I и II группы) при выполнении разных физических нагрузок



III группа



IV группа

до плавания
 после плавания
 до физкультуры
 после физкультуры

Рис. 56. Динамика показателей ВСР у детей 6-7 лет с преобладанием автономной регуляции (III и IV группы) при выполнении разных физических нагрузок

Причем, после плавания происходит более существенное изменение структуры ВСР у детей с преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I и II группы), нежели у детей с преобладанием автономной регуляции (III группа) (рис. 55, 56).

У первых резко увеличивается АМо, SI, уменьшается суммарная мощность спектра (TP) и снижается мощность волновой структуры (HF, LF, VLF, ULF), т.е. напряжение симпатического канала и централизация управления ритмом сердца еще более увеличиваются по сравнению с исходным фоном (рис. 55, 56). У детей с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) эти изменения менее выражены, чем у детей I группы.

Следовательно, многофакторное влияние занятий плаванием (температура воды, эмоции и сама нагрузка) на состояние регуляторных систем организма должно учитываться преподавателем физкультуры, и особенно у детей I – II групп. Возможно, что именно у детей с преобладанием центральной регуляции сердечного ритма перенапряжение регуляторных систем при занятиях плаванием может быть одной из причин возникновения частых простудных заболеваний.

4.2. ВСР у младших школьников с разными типами регуляции при физических и умственных нагрузках

Был проведен анализ ВСР у 56 одних и тех же школьников 7-9 лет в течение трех лет до и после уроков физической культуры в начале и в конце учебного года. На основании полученных данных ВСР установлено, что у детей с разными преобладающими типами регуляции сердечного ритма одинаковая физическая нагрузка на уроках физической культуры вызывает качественно и количественно разные адаптивные реакции организма (Синяк Е.Д., 2003). Приспособительной реакцией регуляторных систем для школьников с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа) является адаптация с включением автономной регуляции, когда наряду с увеличением ЧСС снижаются показатели АМо50, SI и при этом увеличиваются значения суммарной мощности спектра (TP) и его составляющих HF, LF и VLF волн, а для сверстников с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) адаптация к физической нагрузке происходит, наоборот, за счет увеличения напряжения центральных структур (достоверно увеличиваются значения АМо50, SI и снижа-

ются показатели TP, HF, LF и VLF). У школьников с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) после урока физкультуры происходит еще большее напряжение центральной регуляции (резко увеличивается SI, уменьшаются значения суммарной мощности спектра (TP) и абсолютные показатели HF, LF волн и увеличиваются очень низкочастотные колебания (VLF) волн). Подобная динамика показателей ВСР в ответ на урок физкультуры у детей II группы свидетельствует об усилении процессов дизрегуляции в результате нарастающего утомления.

Полученные данные указывают на необходимость изменения взглядов специалистов физической культуры на планирование физических нагрузок у школьников с разными типами функционального состояния регуляторных систем организма. Речь идет о том, что объем, интенсивность нагрузок и вид физических упражнений должны подбираться индивидуально в зависимости от индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем.

Нами были изучены особенности ВСР у 68 одних и тех же школьников от 7 до 9 лет под влиянием 5-часовой умственной нагрузки (Лаврова Н.Ю., 2003). Установлено, что 5-часовые учебные занятия оказывают разное влияние на ритм сердца у детей с разным типом регуляции. Показано, что у школьников с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа) имеется менее экономный тип реагирования кардиорегуляторных механизмов на одинаковую учебную нагрузку на уроках по сравнению со сверстниками III группы. Дети с преобладанием центральной регуляции адаптируются к умственной деятельности в основном за счет повышения активности автономных структур и уменьшения напряжения центральной регуляции. У них после 5-часовых занятий становилась реже ЧСС, уменьшались значения АМо50%, SI, увеличивались R-R интервалы, возрастали показатели суммарной мощности спектра (TP) и его составляющих HF, LF и VLF волн, то есть отмечалась парадоксальная реакция регуляторных систем, свидетельствующая о выраженном утомлении. А у сверстников с преобладанием автономной регуляции реакция организма на эту же учебную нагрузку осуществлялась, наоборот, за счет снижения активности парасимпатического отдела и увеличения напряжения центральных структур регуляции (достоверно увеличивалась ЧСС и снижались значения TP, HF, LF и VLF). У мальчиков в ответ на 5-часовые школьные занятия наблюдается более

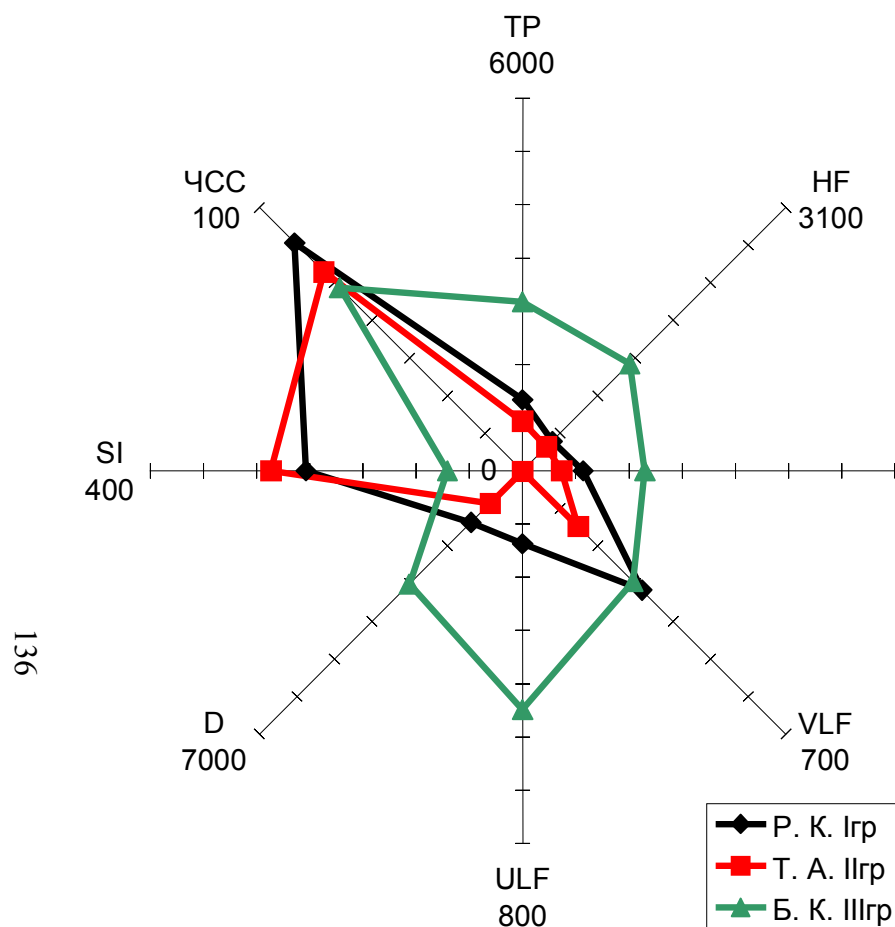
значительное напряжение кардиорегуляторных систем, по сравнению с девочками. Полученные результаты дают возможность осуществлять индивидуальный подход в планировании учебных нагрузок для школьников младшего возраста с учетом типологических и гендерных особенностей регуляторных систем.

4.3. Анализ ВСР у спортсменов разных возрастных групп с разными типами регуляции в тренировочном процессе

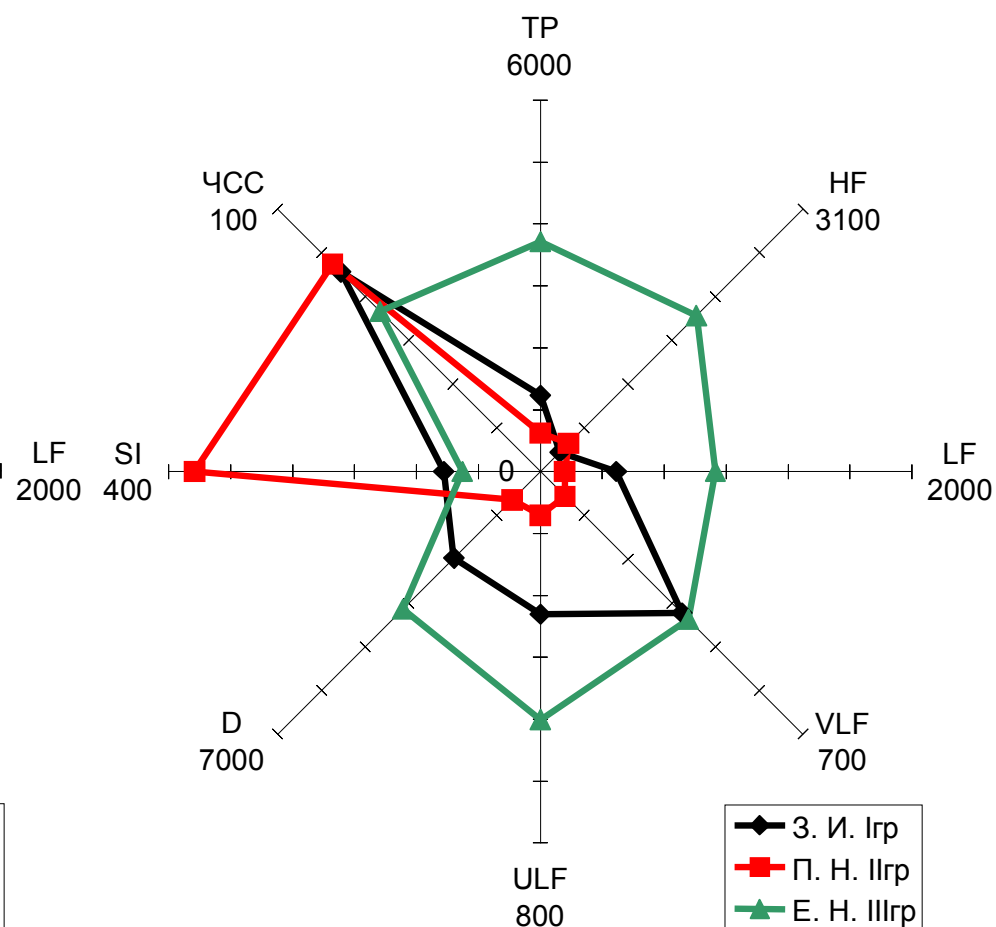
Отсутствие четкой согласованности в функциональном состоянии систем, регулирующих ритм сердца, является важным пусковым механизмом развития физического перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов. В свою очередь, чрезмерные физические и психоэмоциональные нагрузки, не соответствующие функциональным и адаптивным возможностям организма, вызывают перенапряжение и срыв в состоянии регуляторных систем.

Полученные нами данные у дошкольников (Шлык Н.И., 1991) и школьников (Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., 1999) о генетической детерминированности типа регуляции сердечного ритма могут служить важным маркером при спортивном отборе, а динамический контроль за вегетативным гомеостазом и согласованностью в работе автономной и центральной регуляции сердечного ритма поможет управлять тренировочным процессом и динамическим здоровьем спортсменов.

В качестве примера можно привести данные анализа ВСР в покое у юных спортсменов 12 лет с разными типами регуляции сердечного ритма, занимающихся одинаковыми видами спорта (рис. 57). Эти спортсмены имеют разные функциональные и адаптивные возможности организма, следовательно, объем и интенсивность тренировочных нагрузок у них должны быть разные. Спортсмены II группы, как пловцы, так и легкоатлеты, имеют выраженное напряжение центральных механизмов регуляции. Для дальнейшего осуществления тренировочного процесса их тренерам необходимо выяснить причину столь выраженного напряжения регуляторных систем и внести коррекцию не только в тренировочный процесс, но и в режим дня в целом.



Легкая атлетика



Плавание

Рис. 57. Особенности медленно-волновой структуры спектра ВСР у школьников одного возраста с разными типами регуляции, занимающихся одинаковыми видами спорта

Таблица 25

ВСП у спортсменов – школьников игровых видов спорта с разными преобладающими типами регуляции (M±m)

Вид спорта	Возраст	Группа	ЧСС, уд/м	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	SDNN, мс	CV, %	D, мс ²	MO, мс	SI, услед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF %	LF %	VLF %	ULF %
футбол	12 лет	I	75,4 ±2,3	797,6 ±24,7	196,0 ±6,2	35,6 ±4,9	14,6 ±6,9	40,1 ±1,5	5,0 ±0,3	1608,7 ±118,6	780,3 ±29,3	172,6 ±5,2	1259,8 ±167,9	426,4 ±143,6	337,1 ±31,9	308,4 ±27,7	187,9 ±35,1	31,9 ±7,5	27,0 ±1,1	24,8 ±1,7	16,2 ±5,1
		II	85,2 ±2,2	709,8 ±19,8	174,7 ±15,4	33,5 ±4,2	12,5 ±3,7	36,2 ±2,9	5,1 ±0,4	1400,4 ±209,0	711,3 ±19,3	306,6 ±50,9	1083,1 ±150,5	417,4 ±96,6	363,7 ±80,8	130,1 ±15,3	171,9 ±32,9	37,1 ±5,7	32,3 ±4,2	14,3 ±2,2	16,2 ±2,8
		III	69,5 ±1,8	868,4 ±21,5	381,6 ±14,7	86,2 ±6,1	52,4 ±3,6	76,1 ±2,8	8,8 ±0,3	5868,0 ±403,4	870,3 ±26,0	46,5 ±5,0	5333,7 ±408,5	2619,6 ±312,6	1761,1 ±191,4	645,7 ±75,5	307,3 ±38,4	48,1 ±3,3	33,2 ±2,7	12,4 ±1,2	6,3 ±1,1
		IV	63,4 ±1,1	946,9 ±16,0	531,4 ±36,0	134,8 ±20,7	64,2 ±5,1	108,2 ±8,0	11,5 ±0,9	11969,8 ±1819,7	949,8 ±23,1	20,1 ±2,7	10786,8 ±1789,2	5699,1 ±1872,2	3210,9 ±418,5	909,4 ±190,2	967,4 ±229,6	48,4 ±7,1	31,5 ±4,6	9,4 ±2,5	10,7 ±3,3
	13 лет	I	74,1 ±9,0	822,1 ±99,7	221,5 ±101,5	41,5 ±3,6	13,6 ±0,3	57,7 ±6,7	7,2 ±1,7	3375,5 ±774,5	801,5 ±113,5	285,1 ±182,3	2848,0 ±346,1	766,7 ±33,9	1019,7 ±312,3	386,9 ±58,7	674,6 ±565,7	27,2 ±2,1	37,7 ±15,5	13,5 ±0,4	21,6 ±17
		II	73,7 ±2,7	817,1 ±29,6	181,3 ±32,5	42,2 ±6,2	19,7 ±8,3	41,2 ±3,7	5,0 ±0,4	1735,0 ±297,6	814,5 ±32,1	266,3 ±104,2	1383,3 ±203,0	608,3 ±230,6	401,1 ±9,3	163,8 ±27,9	210,1 ±77,0	40,5 ±9,4	31,2 ±5,2	11,9 ±1,4	16,4 ±6,3
		III	67,3 ±1,7	895,7 ±23,4	318,0 ±23,3	73,2 ±8,6	53,0 ±6,0	65,1 ±5,2	7,3 ±0,7	4395,9 ±706,9	901,7 ±25,5	58,3 ±8,2	3638,6 ±530,9	1988,2 ±536,8	942,2 ±88,4	410,2 ±74,2	298,1 ±89,6	50,7 ±6,5	28,0 ±3,8	12,3 ±2,1	8,9 ±2,5
		IV	60,5 ±1,0	992,4 ±16,1	516,0 ±46,6	133,4 ±17,8	64,0 ±5,7	113,8 ±12,6	11,5 ±1,3	13425,8 ±2654,8	1070,8 ±36,2	22,1 ±6,0	12116,6 ±2056,1	3320,0 ±910,7	5335,0 ±1088,5	2121,8 ±726,2	1339,8 ±467,6	28,4 ±5,8	43,5 ±5,0	17,7 ±4,4	10,4 ±2,5

Продолжение таблицы 25

Вид спорта	Возраст	Группа	ЧСС, уд/м	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	SDNN, мс	CV, %	D, мс2	MO, мс	SI, усл.ед.	TP, мс2	HF, мс2	LF, мс2	VLF, мс2	ULF, мс2	HF %	LF %	VLF %	ULF %
хоккей	14 лет	I	76,7 ±1,6	783,4 ±16,7	254,0 ±13,6	38,0 ±4,1	17,9 ±4,3	49,1 ±2,8	6,3 ±0,4	2421,3 ±277,3	777,0 ±17,5	113,4 ±12,8	2124,1 ±102,1	524,7 ±79,3	680,8 ±91,4	359,8 ±49,1	558,8 ±154,5	25,2 ±5,0	32,2 ±4,4	16,8 ±1,5	25,9 ±6,0
		II	74,5 ±8,7	847,8 ±122,6	228,8 ±62,0	49,9 ±22,4	24,3 ±15,0	47,5 ±12,6	5,4 ±1,1	2735,5 ±1193,4	845,3 ±132,2	307,4 ±174,2	2459,1 ±1094,7	1080,6 ±558,3	1057,0 ±459,9	101,0 ±28,3	220,5 ±57,8	35,0 ±7,3	44,3 ±1,1	6,5 ±1,8	14,2 ±4,8
		III	68,8 ±1,5	876,4 ±20,4	345,3 ±13,7	77,9 ±5,5	53,8 ±4,4	70,9 ±3,1	8,1 ±0,4	5120,0 ±427,9	865,4 ±22,0	49,7 ±4,8	4553,4 ±352,3	2542,3 ±348,3	1123,5 ±117,5	382,2 ±73,1	505,4 ±86,2	53,4 ±4,2	26,0 ±3,1	9,2 ±2,0	11,4 ±2,0
		IV	59,8 ±2,6	1020,3 ±48,9	553,0 ±28,6	157,8 ±13,8	72,5 ±3,0	116,6 ±6,1	11,6 ±0,8	13887,2 ±1428,5	1008,9 ±67,8	18,6 ±2,4	12389,4 ±1529,6	7327,4 ±1624,9	2952,7 ±323,5	1216,6 ±220,5	892,7 ±235,6	53,9 ±6,6	25,8 ±3,3	12,0 ±2,8	8,2 ±2,2
	15 лет	I	80,4 ±2,8	750,6 ±25,3	221,2 ±13,3	33,3 ±2,2	10,9 ±2,3	46,0 ±2,4	6,1 ±0,3	2142,0 ±238,2	738,5 ±23,8	155,5 ±22,9	1762,0 ±230,5	503,4 ±60,9	481,8 ±106,2	390,9 ±48,6	385,8 ±110,9	28,8 ±1,3	27,3 ±4,4	23,7 ±3,1	20,2 ±4,1
		II	76,2 ±2,8	791,8 ±28,2	179,4 ±17,4	37,1 ±4,9	17,1 ±5,9	38,0 ±4,0	4,9 ±0,7	1507,8 ±337,9	784,6 ±31,2	221,0 ±30,5	1015,2 ±191,1	417,6 ±105,9	270,6 ±50,0	134,4 ±31,5	192,7 ±58,6	40,8 ±6,0	27,5 ±3,6	13,8 ±3,0	17,9 ±4,7
		III	70,5 ±2,9	856,7 ±35,6	343,2 ±37,3	80,5 ±13,7	48,7 ±4,7	71,1 ±10,5	8,5 ±1,5	5499,2 ±1679,9	832,0 ±47,8	60,6 ±7,6	5053,6 ±1541,1	3025,3 ±1247,7	1292,9 ±218,4	440,5 ±62,2	294,9 ±42,8	52,4 ±6,5	30,2 ±4,4	10,4 ±1,4	6,9 ±1,0
		IV	65,9 ±2,4	916,2 ±32,1	468,0 ±27,4	104,4 ±3,3	60,0 ±4,3	98,3 ±5,7	10,9 ±1,0	9829,7 ±1152,1	922,2 ±47,5	26,9 ±2,5	8776,5 ±878,7	3406,2 ±328,0	2946,1 ±817,7	1226,0 ±181,2	1198,2 ±390,9	40,1 ±4,4	31,2 ±6,0	14,1 ±1,7	14,6 ±5,1

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;

II группа – выраженное преобладание центральной регуляции;

III группа – умеренное преобладание автономной регуляции;

IV группа – выраженное преобладание автономной регуляции;

В таблице 25 представлен анализ ВСР у юных спортсменов (хоккей и футбол) с разными типами регуляции. Хоккей и футбол – командные игры, поэтому функциональные и адаптивные возможности организма каждого игрока имеют важное значение, так как от этого зависит спортивный результат команды.

Анализ ВСР выявил, что в состоянии покоя у футболистов и хоккеистов I и II групп, по сравнению с III группой, уровень напряжения регуляторных систем имеет существенное различие (табл. 25).

В IV группе у спортсменов с выраженным преобладанием автономной регуляции, по сравнению с другими группами (I, II, III), самая низкая частота сердечных сокращений, большие значения R-R, Mx, Mn, MxDMn кардиоинтервалов. Почти у всех спортсменов этой группы встречается миграция водителя ритма, очень низкий SI, резко выраженная суммарная мощность спектра (TP) и составляющих компонентов, особенно LF, VLF и ULF (табл. 25). На наш взгляд, выраженное преобладание автономной регуляции сердечного ритма в этом возрасте является следствием форсирования тренировочных нагрузок.

Речь идет о том, что организм юных спортсменов данных видов спорта I, II и IV групп выполняет тренировочные нагрузки, по сравнению со спортсменами III группы, с большим напряжением регуляторных систем, а значит – больше затрачивается метаболических, энергетических и информационных ресурсов, превышающих его функциональные возможности. У спортсменов III группы регуляторные системы более устойчивы к выполнению этих же физических нагрузок. Это подтверждается данными анализа ВСР у одних и тех же спортсменов III группы в начале и в конце подготовительного периода, которые свидетельствуют об устойчивости регуляции у этих спортсменов в процессе подготовительного тренировочного периода.

Представленные данные анализа ВСР свидетельствуют о том, что одинаковые тренировочные нагрузки у юных спортсменов с разными типами регуляции по-разному отражаются на функциональных и адаптивных возможностях организма. В связи с этим, особое внимание должно быть уделено составлению индивидуального портрета функционирования регуляторных систем у каждого спортсмена по данным динамических исследований ВСР.

4.3.1. Анализ ВСР у спортсменов игровых видов спорта с разными типами регуляции в различные периоды тренировочного процесса

Многолетние исследования ВСР, проводимые в нашей лаборатории у 640 спортсменов разных возрастных групп и специализаций, показали, что 62 -74% спортсменов имеют преобладание автономной регуляции сердечного ритма, то есть относятся к III группе (Жужгов А.П., 2003; Шумихина И.И., 2005; Красноперова Т.В., 2005). Особенно важны исследования по изучению функционального состояния регуляторных систем у юных спортсменов. Так, исследования ВСР, проводимые Шумихиной И.И. в течение 3-х лет у 40 одних и тех же юных футболистов 10-12 лет, показали, что 70% игроков имеют умеренное преобладание автономной регуляции (III группа) и 30% - умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (I группа).

Ежегодный анализ ВСР у этих спортсменов выявил наличие колебательных процессов в функционировании регуляторных систем, которые заключались в смене преобладающей активности адренергических и холинергических воздействий на ритм сердца.

У одних и тех же футболистов в период с 10 до 11 лет повышается активность адренергических воздействий на ритм сердца (на это указывает увеличение значений $AMo50$, SI и снижение разброса кардиоинтервалов $MxDMn$ и $SDNN$), а в период с 11 до 12 лет происходит усиление холинергических влияний (уменьшение значений $AMo50$, SI и рост $MxDMn$ и $SDNN$). Возрастные изменения в состоянии регуляторных систем были зарегистрированы нами при изучении ВСР у дошкольников, школьников и взрослых, не занимающихся спортом.

При анализе ВСР нами установлено, что с увеличением возраста от 7 до 21 года изменяется активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС и центральных структур регуляции сердечного ритма в виде асинхронных колебательных процессов, что определяет функциональное состояние и характер работы этих систем. У исследуемых с разными типами регуляции (I, II, III и IV группы) волновая структура спектра ВСР (HF, LF, VLF и ULF) имеет разный уровень колебательных процессов.

Таким образом, индивидуально-типологические особенности регуляции должны обязательно учитываться специалистами физиче-

ской культуры и тренерами при планировании учебного и тренировочного процесса. Это говорит о том, что контроль со стороны тренера и учителя физкультуры за степенью переносимости физических нагрузок только по частоте сердечных сокращений, без учета состояния регуляторных систем, может приводить к ложной диагностике функционального состояния и адаптивных возможностей организма занимающихся.

Нами установлено, что преобладающий тип регуляции (автономный или центральный) определяет индивидуальные особенности вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения организма на одинаковую тренировочную нагрузку. Так, футболисты с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (III группа) с увеличением возраста реагируют на двухчасовую тренировочную нагрузку качественно одинаковым вариантом реакции ВСР – уменьшением R-R и MxDMn, увеличением SI, понижением TP и снижением показателей мощности медленно-волновой структуры спектра (HF, LF и VLF). При этом увеличивается ЧСС, повышается артериальное давление (ДАД, АД ср.), увеличивается сердечный выброс (УОК, МОК) и снижается ОПСС, что указывает на оптимальную реакцию регуляторных систем и системы кровообращения. Именно снижение ОПСС является одним из самых важных экстракардиальных механизмов срочной адаптации к динамическим нагрузкам (Земцовский Э.В., 1995 и др.).

Выходит, что для спортсменов III группы в 10, 11 и 12 лет характерна индивидуально-типологическая специфичность вегетативного ответа на физические нагрузки (возможен генетически детерминированный ответ вегетативного реагирования).

Спортсмены-сверстники с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа) с увеличением возраста на тренировочные нагрузки реагировали разными вариантами реакций ВСР: в 10 лет – увеличением SI и снижением TP и абсолютных значений медленно-волновой структуры спектра (HF, LF, VLF), в 11 лет – уменьшением SI и повышением LF- и VLF-волн спектра и в 12 лет – понижением SI, TP и абсолютных значений HF, LF, VLF волн спектра. При этом снижаются ЧСС, САД и увеличивается значение УОК. Эти изменения свидетельствуют о неустойчивости вегетативной реактивности и низких адаптивных возможностях кардиорегуляторных систем. Автором выявлена гемодинамическая неоднородность системы кровообраще-

ния у юных футболистов с разными типами регуляции сердца. Для спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) в основном характерен эукинетический тип кровообращения, а для футболистов с преобладанием центральной регуляции (I группа) в 100% случаев выявлен гиперкинетический тип кровообращения. Эукинетический тип кровообращения является наиболее благоприятным при адаптации к физическим нагрузкам, способствует повышению работоспособности. Гиперкинетический тип кровообращения указывает на большее напряжение адаптационных механизмов и рассматривается многими авторами как патологический. Нами установлено, что у спортсменов I группы при гиперкинетическом типе кровообращения сердце работает в менее экономном режиме, чем у спортсменов III группы с эукинетическим типом (табл. 26).

Таблица 26

Показатели центральной гемодинамики у футболистов 10 лет с разными типами регуляции сердечного ритма ($M \pm m$)

Тип регуля-	АД ср. (мм рт.ст)	САД (мм.рт.ст)	ДАД (мм.рт.ст)	ЧСС (уд/мин)	УОК (мл)	МОК (л/мин)	УИ (мл/м ²)	СИ (л/мин/м ²)	ОПСС дин с см ⁻⁵
ПЦР n=8	85,5 ±2,7	107,5 ±3,4	65,7 ±1,4	82,8 ±2,9	41,9 ±3,3	3,5 ±0,2	48,5 ±3,1	4,1 ±0,2	1952 ±17,6
ПАР n=32	73,5 ±1,4*	99,1 ±1,6*	63,5 ±0,9	75,6 ±0,4*	55,7 ±0,3*	3,9 ±0,09	52,2 ±0,3	3,5 ±0,09*	1506 ±8,3*

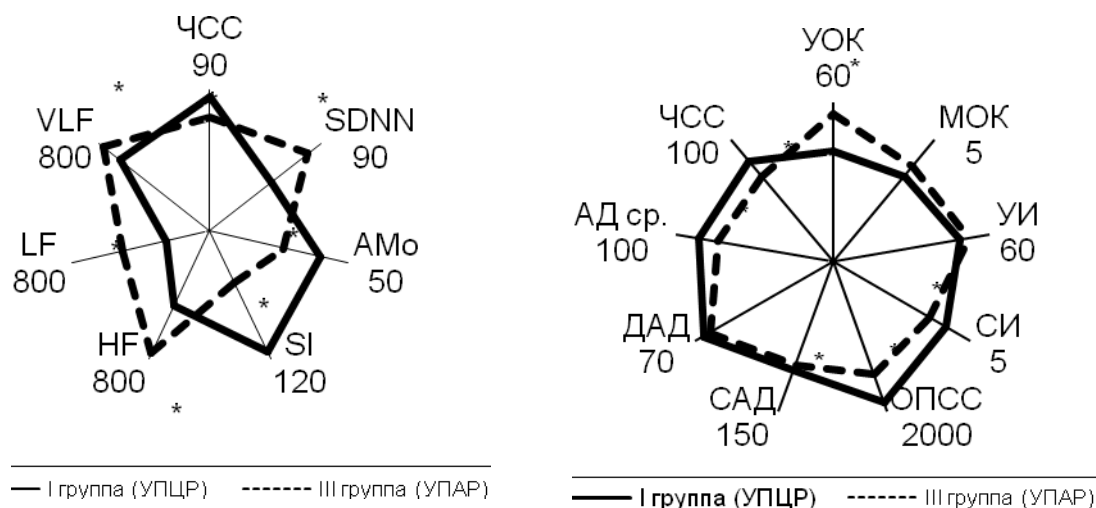
Примечание: * - различие с ПЦР достоверно, $p < 0,05$;

УПЦР – преобладание центральной регуляции (I группа);

УПАР – преобладание автономной регуляции (III группа);

Следовательно, юные спортсмены с разными преобладающими типами регуляции сердечного ритма обладают разными типами кровообращения и имеют разную устойчивость адаптивных реакций и вегетативного обеспечения. Имеющиеся в литературе сведения (Земцовский Э.В., 1995; Гаврилова Е.А., 2007) о том, что тип кровообращения является генетически обусловленным, подтверждают наше предположение о генетической детерминированности типа вегетативной регуляции сердечного ритма (Шлык Н.И., 1991). Справедли-

вость такого предположения подтверждается данными динамического исследования ВСР у одних и тех же исследуемых.



* - достоверные различия между показателями I и III групп при $P < 0,05$

Рис. 58. Особенности вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов с умеренным преобладанием автономной (УПАР) и центральной (УПЦР) регуляции

Таким образом, можно утверждать, что тип регуляции по-разному отражается на состоянии центральной гемодинамики. Подобный вывод был сделан нами ранее (Шлык Н.И., 1991; Гуштурова И.В., 1995) на основании результатов анализа ВСР и исследования центральной и периферической гемодинамики у дошкольников с разными преобладающими типами регуляции (автономным или центральным).

При динамическом анализе ВСР у одних и тех же игроков установлен важный факт, что за три года систематических занятий футболом игроки I группы так и не приблизились по показателям ВСР к игрокам III группы. Полученные результаты анализа ВСР свидетельствуют о наличии разной устойчивости организма юных спортсменов I и III групп к однотипным физическим нагрузкам. Тренер должен знать об индивидуально-типологических особенностях организма спортсменов I и III групп и с учетом этого планировать физические нагрузки.

Было установлено, что тип регуляции изменялся с оптимального на дизрегуляторный, если физические нагрузки превышали функцио-

нальные возможности организма юных спортсменов. В этом случае при анализе ВСР в покое у исследуемых увеличивался SI, резко уменьшались показатели суммарной мощности спектра (TP) и суммарной мощности HF, LF и VLF волн (II группа) или, наоборот, резко снижался SI, и резко возрастали показатели спектральной функции TP, HF, LF, VLF (IV группа).

Подобное изменение показателей SI и волновой структуры спектра ВСР свидетельствует о дизрегуляторных проявлениях и, как следствие, снижении адаптивных возможностей организма, что является важным прогностическим признаком перетренированности и может найти применение для осуществления контроля за объемом, интенсивностью и степенью переносимости тренировочных нагрузок.

Далее рассмотрим конкретные примеры устойчивости кардиорегуляторных систем у юных спортсменов игровых видов спорта с разными типами регуляции в различные периоды тренировочного процесса.

По данным анализа ВСР изучена динамика функционального состояния регуляторных систем у 12 одних и тех же игроков-футболистов 11-13 лет в различные тренировочные периоды (переходный после соревновательного и подготовительный) в течение двух лет. У каждого спортсмена исследования ВСР проводились в одинаковых условиях в покое, после дня отдыха. Распределение игроков по типу регуляции сердечного ритма в разные тренировочные периоды представлено в таблице 27.

Из таблицы следует, что в переходных периодах тренировочного процесса преобладает число игроков с неблагоприятными типами регуляции (I, II и IV группы), а в подготовительных периодах – с оптимальным типом регуляции (III группа).

Увеличение количества игроков с дизрегуляторными проявлениями (II и IV группа) во втором подготовительном периоде, вероятно, связано с форсированием физических нагрузок, не соответствующих возрастным и индивидуальным особенностям организма юных игроков. В подготовительном периоде среди 11-летних спортсменов к игровому сезону были готовы 66,6%, а в 12-летнем – 58,4% - с оптимальным состоянием регуляторных систем (III группа).

Распределение игроков по преобладающему типу регуляции сердечного ритма в разные периоды тренировочного процесса (в %)

Тренировочные периоды	Возраст, лет	Тип регуляции (группы)			
		УПЦР(I)	ВПЦР(II)	УПАР(III)	ВПАР(IV)
Переходный (ноябрь)	11	8,4	41,6	50	-
Подготовительный (апрель – май)	11	8,4	16,6	66,6	8,4
Переходный (ноябрь)	12	16,6	16,6	33,5	33,3
Подготовительный (апрель – май)	12	16,6	25	58,4	-

УПЦР (I группа) – умеренное преобладание центральной регуляции;
 ВПЦР (II группа) – выраженное преобладание центральной регуляции;
 УПАР (III группа) – умеренное преобладание автономной регуляции;
 ВПАР (IV группа) – выраженное преобладание автономной регуляции;

По результатам ВСР нами был проведен анализ устойчивости типа регуляции у каждого спортсмена в различные периоды тренировочного процесса, который представлен в таблице 28.

Как следует из представленных данных таблицы, только четыре игрока (№№1, 2, 3, 4) команды имеют устойчивое функциональное состояние регуляторных систем во все периоды тренировочного процесса. У игроков №№ 5, 6, 7, 8 выявлена неустойчивая регуляция и у игроков №№ 9, 10, 11, 12 - устойчивая дизрегуляция.

Установлено, что тип регуляции с благоприятного на дизрегуляторный изменяется под влиянием физических нагрузок, не соответствующих уровню тренированности спортсменов.

Динамика функционального состояния регуляторных систем у одних и тех же игроков в различные периоды тренировочного процесса по данным анализа ВСР

N игро- ков	Периоды			
	Переходный	Подготовитель- ный	Переходный	Подготовитель- ный
возраст	11-12 лет	11-12 лет	12-13 лет	12-13 лет
1	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)
2	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)
3	ВПЦР (II)	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)
4	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)	УПАР (III)
5	ВПЦР (II)	УПАР (III)	ВПЦР (II)	УПАР (III)
6	УПАР (III)	УПАР (III)	ВПАР (IV)	УПЦР (I)
7	УПАР (III)	ВПАР (IV)	ВПАР (IV)	УПАР (III)
8	ВПАР (IV)	УПАР (III)	ВПАР (IV)	УПАР (III)
9	УПЦР (I)	ВПЦР (II)	УПЦР (I)	ВПЦР (II)
10	ВПЦР (II)	ВПЦР (II)	ВПЦР (II)	УПЦР (I)
11	ВПЦР (II)	УПАР (III)	УПЦР (I)	ВПЦР (II)
12	ВПЦР (II)	УПЦР (II)	ВПАР (IV)	ВПЦР (II)

УПЦР (I группа) – умеренное преобладание центральной регуляции;
 ВПЦР (II группа) – выраженное преобладание центральной регуляции;
 УПАР (III группа) – умеренное преобладание автономной регуляции;
 ВПАР (IV группа) – выраженное преобладание автономной регуляции;

Таким образом, только 33,3% команды имеют устойчивую регуляцию во все периоды тренировочного процесса. У восьми игроков необходимо вносить существенную коррекцию в тренировочный процесс.

Особую тревогу у тренера и спортивного врача команды (если он есть) должны вызывать игроки с постоянно выраженным преобладанием центральной (II группа) или автономной (IV группа) регуляции сердечного ритма. Данные типы регуляции для спортсменов этого возраста и уровня квалификации являются неблагоприятными, так как они указывают на состояние переутомления (рис. 59).

Следовательно, чрезмерные физические нагрузки у некоторых игроков приводят к дизадаптации и выходу отдельных параметров ВСР за пределы допустимых.

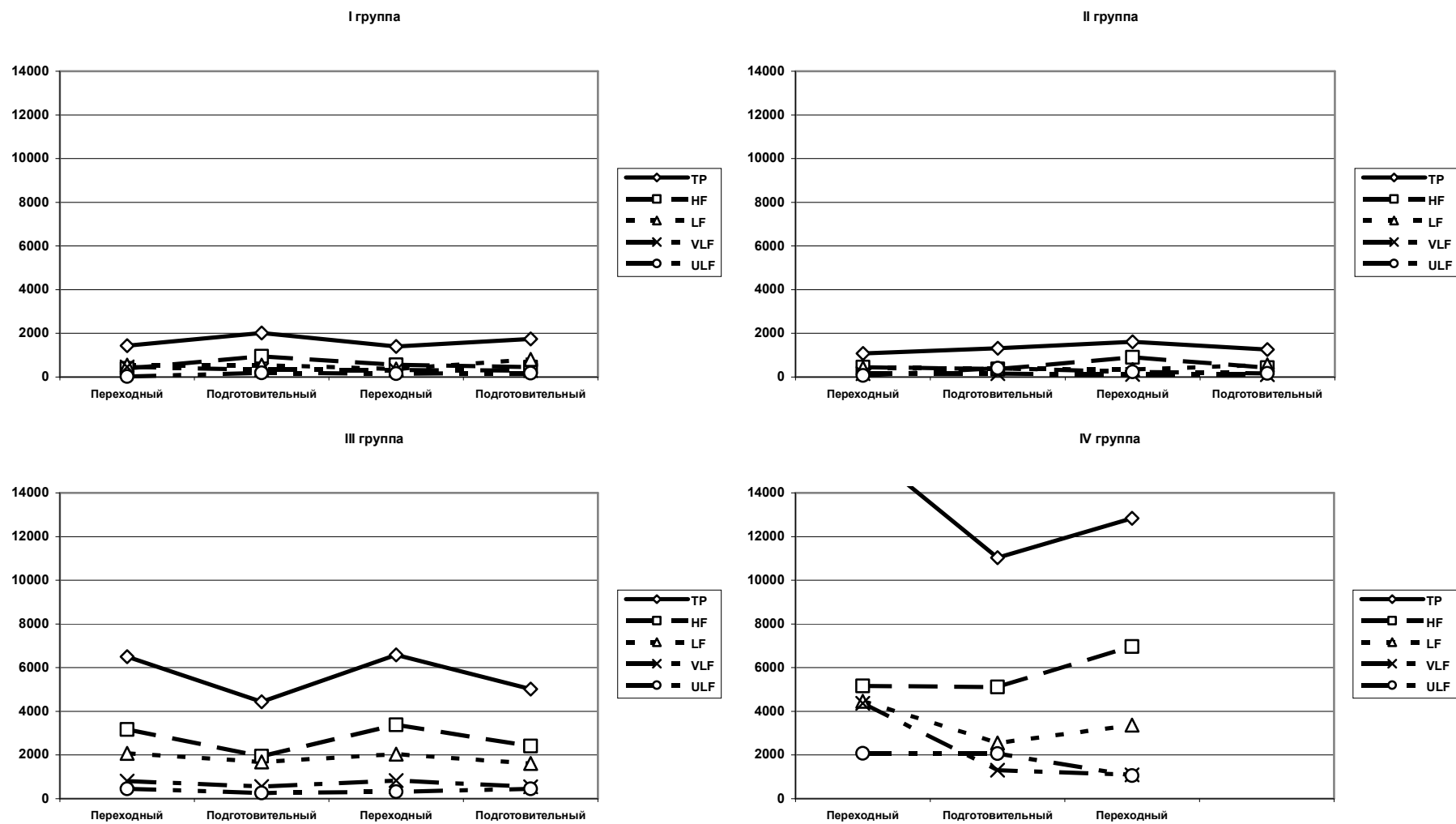


Рис. 59. Состояние волновой структуры ВСР у футболистов с разными типами регуляции в различные тренировочные периоды

Анализ ВСР выявил, что при изменении типа регуляции с оптимального (III группа) на дисрегуляторный (II группа) резко увеличиваются значения SI и снижаются показатели TP и спектральной функции, особенно HF и VLF волн, а при переходе из III в IV группу, наоборот, существенно увеличивается синусовая аритмия, выявляется большой разброс MxDMn кардиоинтервалов, очень низкий SI, крайне высокие значения суммарной мощности TP и волновой структуры спектра, особенно HF волн, на фоне многофокусного ритма (миграция водителя ритма) как результат дисфункции центральной и вегетативной нервной системы, что является проявлением дизадаптации и ухудшения функционального состояния. Подтверждением этому является то, что в 12-летнем возрасте в переходном периоде увеличивается количество спортсменов с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) (табл. 28).

Изменение динамики волновой структуры спектра у футболистов с разными типами регуляции сердечного ритма в различные тренировочные периоды можно проследить на рисунке 59. Как видно из представленных данных ВСР, у спортсменов I и III групп, по сравнению с другими группами (II и IV), четко прослеживаются диаметрально противоположные закономерности в изменении функционального состояния регуляторных систем в переходных и подготовительных тренировочных периодах. Так, у спортсменов III группы в обоих подготовительных тренировочных периодах (в 11 и 12 лет) увеличивается SI, понижается значение суммарной мощности спектра TP и спектральных составляющих (HF, LF, VLF, ULF), то есть напряженность центральных механизмов возрастает, а в переходных периодах, наоборот, нарастает активность автономной регуляции (уменьшается ЧСС, увеличиваются значения R-R, MxDMn, TP, HF, LF, VLF).

У спортсменов I группы все происходит в другой последовательности: в подготовительных тренировочных периодах повышается активность автономной регуляции, а в переходных – центральной. (рис. 60). Из этого следует вывод, что у спортсменов I группы умеренное преобладание центральной регуляции является генетически детерминированной нормой, поэтому адаптивные возможности организма на тренировочные нагрузки у них существенно ниже, чем у их сверстников III группы. Именно поэтому за два года тренировочного процесса они так и не достигли уровня функциональных и адаптив-

ных возможностей регуляторных систем спортсменов III группы. Тренер должен знать об особенностях организма спортсменов I группы и более осторожно форсировать нагрузки, по сравнению со спортсменами III группы.

Полученные данные свидетельствуют о том, что динамический анализ ВСР позволяет определять индивидуально-типологические особенности регуляции и ее устойчивость в разные периоды тренировочного процесса, характеризовать состояние отдельных звеньев регуляции.

У спортсменов II группы с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма и IV группы с выраженным преобладанием автономной регуляции не выявлено четкой закономерности в изменении показателей ВСР в разные периоды тренировочного процесса. Подобную динамику показателей ВСР у спортсменов этих групп можно объяснить стойкими дизрегуляторными проявлениями в результате перенапряжения кардиорегуляторных механизмов на фоне непосильных тренировочных нагрузок.

По мнению кардиологов, нейрогенные первично-корковые дистрофии миокарда у спортсменов характеризуются резким повышением тонуса симпатической или парасимпатической нервной системы. С одной стороны, вегетативная дисфункция может быть проявлением патологии миокарда, с другой – вегетативная дисфункция сама может являться фоном для развития поражения сердца. Кроме того, в этом возрасте также необходимо учитывать роль полового созревания на состояние регуляторных процессов, а также влияние постоянного стрессорного воздействия: учебного – в школе, тренировочного, соревновательного и психоэмоционального процессов. Поэтому, большое значение имеет правильная и своевременная коррекция вегетативных нарушений у спортсменов при изменении типа регуляции с оптимального (III группа) на дизрегуляторный (II и IV группа). Необходимо подчеркнуть, что в этом возрасте выраженное преобладание автономной регуляции не является показателем высокой тренированности, а наоборот, – перетренированности. У этих спортсменов происходит смещение водителя ритма, резко возрастает $MxDMn$ (>500 мс), резко снижается SI и резко возрастает суммарная мощность спектра (TP) и значения HF, HF%.

Далее приведены результаты анализа ВСР у 14 спортсменов футболистов 15-16 лет с разными преобладающими типами регуля-

ции сердечного ритма в покое и после одноразовых тренировочных нагрузок. Согласно данным ВСР, у шести игроков команды выявлен тип с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) и восемь игроков имели умеренное преобладание автономной регуляции (III группа).

В таблице 29 и на рисунках 60, 61 представлены данные возрастных изменений ВСР в покое и особенности реакции регуляторных систем на одинаковую тренировочную нагрузку у футболистов II и III групп.

Спортсмены II группы как в 15, так и в 16 лет реагируют на тренировочную нагрузку однотипной реакцией – увеличением ЧСС, снижением значений $MxDMn$, $RMSSD$, $pNN50$, увеличением $AMo50$, SI и снижением показателей спектральной функции (уменьшение TP , HF , LF).

Необходимо отметить, что в 16-летнем возрасте, по сравнению с предыдущим, структура показателей ВСР свидетельствует о менее выраженном напряжении регуляции как в покое, так и после тренировки.

Спортсмены III группы в 15-летнем возрасте реагируют на тренировочную нагрузку увеличением ЧСС, снижением $MxDMn$, $RMSSD$, $pNN50$, повышением SI , понижением суммарной мощности спектра (TP) и суммарной мощности HF и LF волн, и увеличением VLF волн. В 16-летнем возрасте на тренировочную нагрузку в большей степени снижаются TP , HF , LF волны и в меньшей – увеличивается суммарная мощность VLF волн. У спортсменов III группы, по сравнению со спортсменами II группы, реакция регуляторных систем на тренировку характеризуется менее выраженным увеличением SI и уменьшением TP , HF и более выраженным увеличением VLF волн спектра.

Анализ ВСР выявил, что у спортсменов обеих групп после одинаковой тренировочной нагрузки увеличивается напряжение регуляторных систем. Данные динамических исследований показывают, что функциональный уровень регуляции и адаптивные возможности остались неизменно разными. Можно с уверенностью утверждать, что футболисты II группы за два года тренировочного процесса так и не повысили уровень функциональных и адаптивных возможностей организма до уровня футболистов III группы (рис. 61).

Таблица 29

**Показатели ВСР у одних и тех футболистов от 15 до 16 лет с разными типами регуляции
сердечного ритма до и после тренировочной нагрузки ($M \pm m$)**

Группы	Возраст	Состояние	ЧСС уд/мин	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	AMo50 %/50мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²
II	15	до тренировки	72,6 ±3,4	159,8* ±19,7	48 ±12,8	12,8* ±7,5	71,9* ±9,9	313,6* ±82,1	1106,1* ±315,5	394,0* ±205,1	435* ±119,3	197,6* ±37,5
	15	после тренировки	80,8 ±4,5	116,6 ±16,8	19,2 ±4,4	2,84 ±2,3	99,6 ±13,9	682,8 ±182,7	507,2 ±162,4	187,2 ±76,1	167,2 ±47,7	152,7 ±49
II	16	до тренировки	66,4 ±3,4	198,6* ±21,2	45,4* ±8,9	26,8 ±8,7	58,4* ±7,8	186,8* ±50,7	1659,7* ±376,4	744,2* ±228,3	569* ±142	149,9* ±17,2
	16	после тренировки	83,2 ±4,2	157 ±15,6	25 ±5,6	7,8 ±5,1	68,1 ±7,7	333 ±75,7	888,2 ±182	338,4 ±142,9	334,3 ±120,7	215,5 ±24,4
III	15	до тренировки	68,3 ±2,6	308,9 ±15,6	59,6 ±5,1	40,2 ±6,5	33,9 ±1,8	63,1 ±5,3	3370,6 ±317,9	1264,4 ±243,4	1098,1 ±199,8	367,9 ±30,2
	15	после тренировки	78,6 ±3,7	281,4 ±37,3	50,6 ±6,2	27,2 ±6,5	41,1 ±6,4	128,9 ±36,8	3045,2 ±783,4	1121,2 ±255	1129,4 ±322	794,6 ±308,6
III	16	до тренировки	62,8 ±3,1	343,7 ±25,3	72,3 ±7,7	48,9 ±5,5	31,8 ±2,7	52,3 ±8,6	4290,2 ±503,1	1738,1 ±351,9	1092,5 ±145,7	481,8 ±55,1
	16	после тренировки	78 ±4,5	264 ±28,9	51,3 ±7,3	28,3 ±7,7	48,1 ±5,3	143,9 ±33,5	2786,2 ±472,4	1312,3 ±323,1	792,9 ±167,7	680,9 ±74,5

* - достоверные различия между показателями II и III групп в покое до и после тренировки при $P < 0,05$

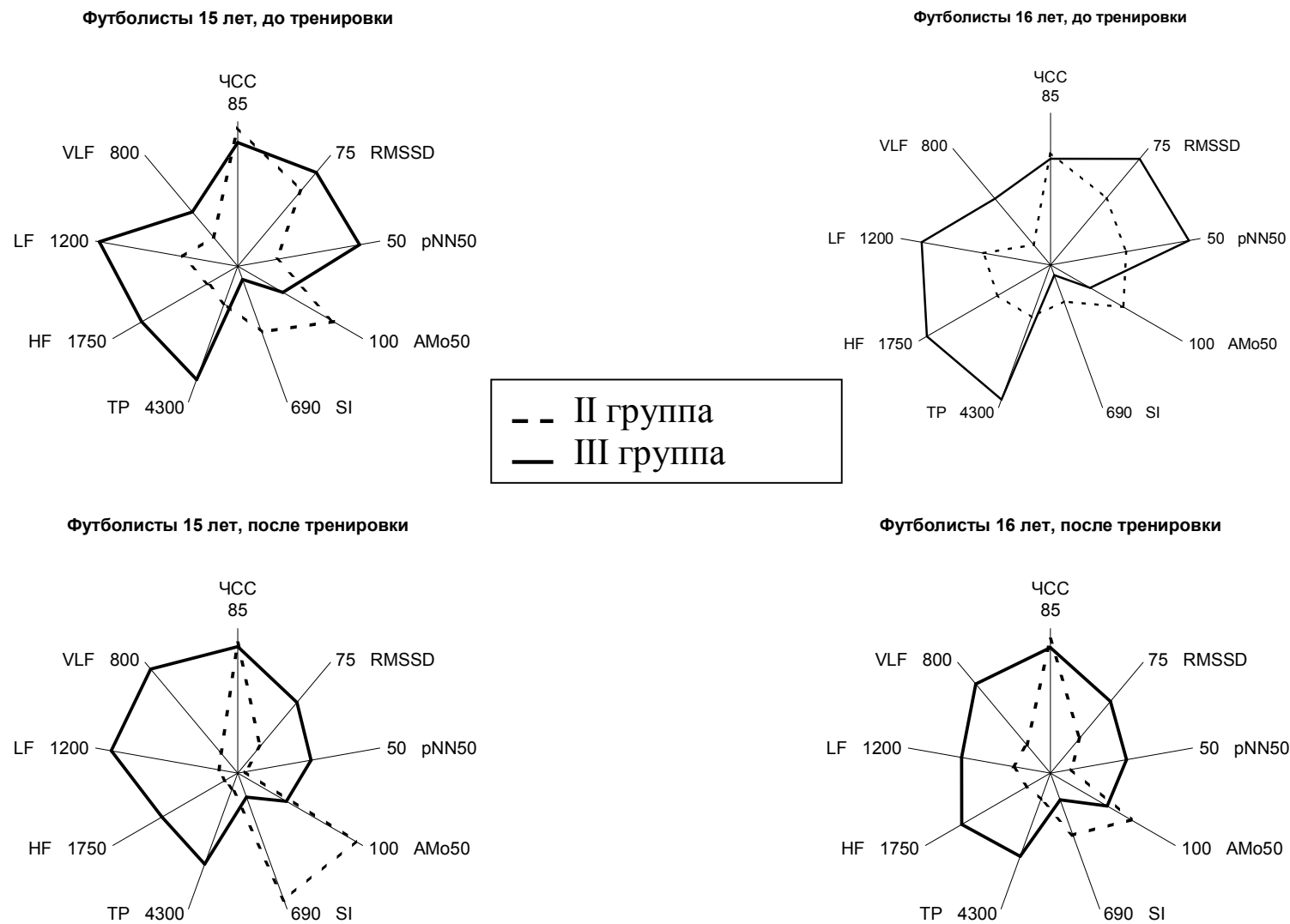


Рис. 60. Динамика показателей ВСР у футболистов с разными типами регуляции сердечного ритма до и после тренировки

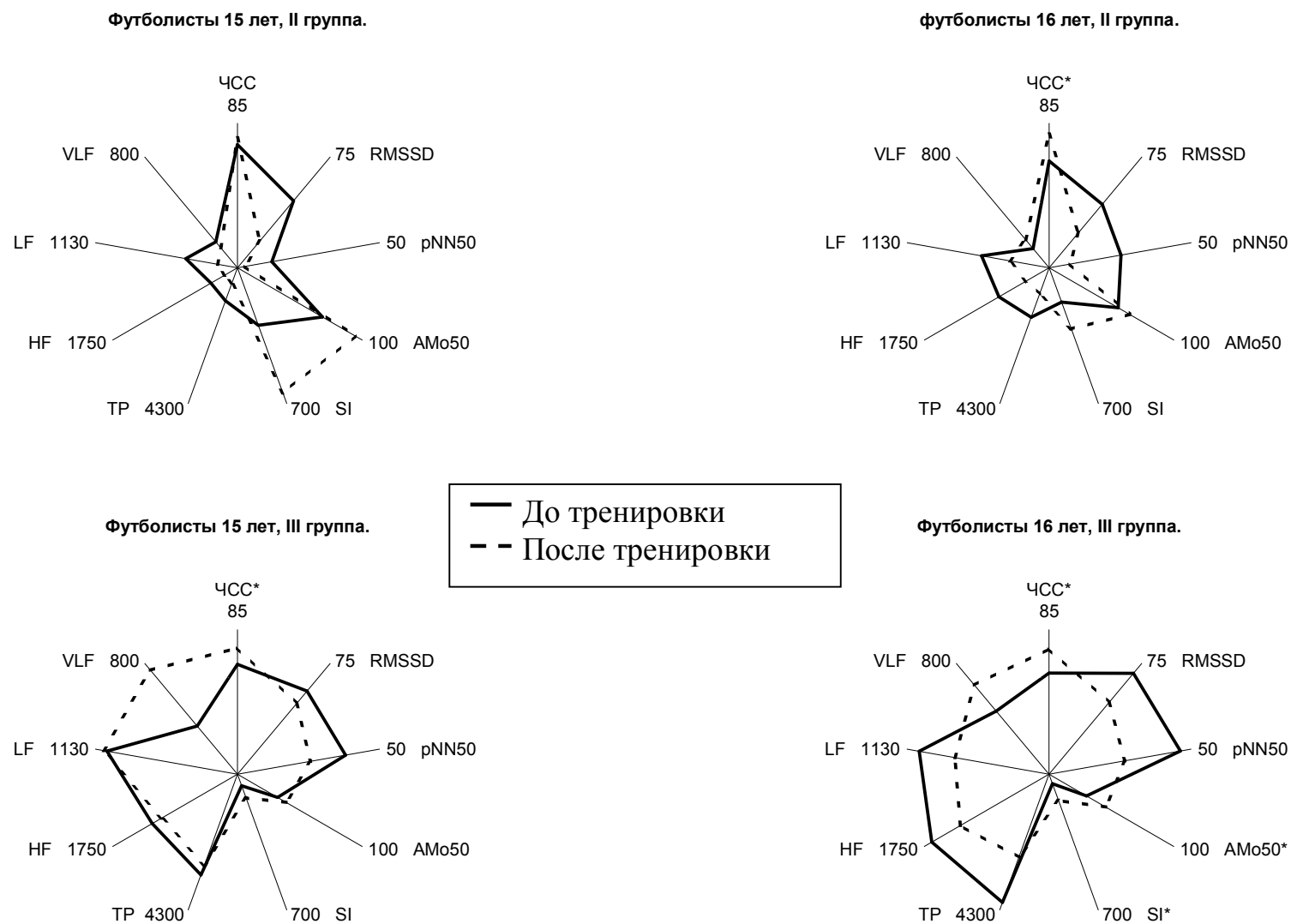


Рис. 61. Особенности ВСП у одних и тех же футболистов с разными типами регуляции сердечного ритма до и после тренировочной нагрузки в течение двух лет

Полученные данные ВСР позволяют объективно оценить вегетативный гомеостаз и активность автономной и центральной регуляции сердечного ритма у спортсменов с разными типами регуляции. У спортсменов II группы в течение 2-х лет имеется постоянное высокое напряжение симпатического отдела ВНС и центральных структур регуляции, что способствует прогнозированию возможного перенапряжения регуляторных систем и истощению функциональных резервов организма. Нарушение нейровегетативной регуляции сердца называют одной из причин развития перенапряжения сердца. Показана ведущая роль дисфункций ВНС в развитии дистрофии миокарда вследствие физического перенапряжения у юных спортсменов (Макарова Г.А., 1994; Гурьева Л.Л., 1996). Другие авторы считают, что вегетативная дизрегуляция – ранний признак дистрофии миокарда на фоне хронического физического перенапряжения (Земцовский Э.В., 1995; Гаврилова Е.А., 2007 и др.). Очевидно, что тип регуляции сердечного ритма с выраженным преобладанием центральных механизмов можно отнести к предпатологическому.

Следовательно, подобный подход в применении анализа ВСР за качеством тренировочного процесса у футболистов позволяет оценить уровень подготовленности организма к выполнению спортивных нагрузок, своевременно прогнозировать перетренированность, вносить коррективы в тренировочный процесс, и таким образом, контролировать уровень здоровья каждого спортсмена.

Не менее интересны данные анализа ВСР у 24 игроков с разным спортивным стажем занятий футболом (табл. 30, 31).

Таблица 30

Показатели ВСР у футболистов с 2-летним спортивным стажем ($M \pm m$)

Группа	ЧСС уд/мин	SDNN мс	AMo %	SI усл. ед.	TP мс ²	HF мс ²	HF %	LF мс ²	LF %	VLF мс ²	VLF %
I	73,3 ±3,8	42,7 ±3,2	43,5 ±2,1	116,7 ±8,6	1793 ±700	733 ±203	40,9 ±0,4	517 ±127	28,8 ±0,7	543 ±81	30,3 ±0,5
II	64,0	36	41,7	137	1280	810	63,3	330	25,8	140	10,9
III	69,6 ±2,3	82,4 5,9	30,1 ±4,09	40 ±5,96	7005 ±820	2581 ±394	36,8 ±0,5	2864 ±636	40,9 ±0,9	1560 ±259	22,3 ±0,7

Таблица 31

**Показатели ВСР у футболистов с 10-летним спортивным стажем
(M±m)**

Группа	ЧСС уд/мин	SDNN мс	AMo %	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	HF %	LF мс ²	LF %	VLF мс ²	VLF %
IV	55,1 ±1,8	98,1 ±7,5	24,9 ±1,8	23,3 ±3,2	9306 ±1031	3484 ±566	37,4 ±0,3	3613 ±719	38,8 ±0,7	2209 ±344	23,7 ±0,6

Из таблиц 30, 31 следует, что у футболистов с 10-летним спортивным стажем в 100% случаев выявлено выраженное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (IV группа). В то время как у начинающих футболистов в 66,6% случаев встречалось умеренное преобладание автономной регуляции. Анализ ВСР показал, что у футболистов IV группы с 10-летним игровым стажем существенно реже ЧСС, больше R-R и MxDMn кардиоинтервалов, меньше SI, больше суммарная площадь спектра (TP), абсолютные показатели суммарной мощности волн HF, LF, VLF. Таким образом, стаж занятий спортом существенно отражается на показателях ВСР. В данном случае можно сделать вывод о том, что тип регуляции изменяется с увеличением стажа занятий спортом и повышения спортивного мастерства. Следовательно, регуляция тренируема. В регуляции при систематических занятиях спортом всегда должен быть оптимум, который отражается на показателях ВСР. В то же время, необходимо уметь провести грань между физиологическим и патологическим состоянием регуляторных систем у спортсменов с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа). Этот тип регуляции у спортсменов-новичков может быть показателем перетренированности, а у спортсменов высокого класса отражать высокое функциональное состояние регуляторных систем и аппарата кровообращения, не соответствующее для начинающих спортсменов. И наоборот, умеренное преобладание автономной регуляции (III группа) является показателем хорошей тренированности у спортсменов с малым спортивным стажем (III группа), а для спортсмена высокого класса – недостаточной. Поэтому игроки IV группы, как и игроки II группы, должны быть под пристальным контролем врача и тренера команды.

Учитывая, что показатель VLF отражает степень активации церебральных подкорковых структур, ответственных за адаптацию, резкое

снижение суммарной мощности VLF волн (II группа) или их резкое увеличение (IV группа) свидетельствуют об изменении адаптационных механизмов.

В качестве иллюстрации признаки нарастания перетренированности по данным динамических исследований ВСР можно наблюдать у спортсмена-баскетболиста М. с резко выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа) на рисунке 62 и в таблице 32. Нами установлено, что выраженное преобладание автономной регуляции может иметь пограничный характер перехода «физиологического» в «патологический». В данном случае у спортсмена высокая вариативность сердечного ритма носит «патологический» характер, что подтверждается смещением водителя ритма на фоне выраженной брадикардии, резким возрастанием показателей R-R и MxDMn кардиоинтервалов, резким увеличением парасимпатической активности (увеличением значений RMSSD, pNN50, SDNN, резким возрастанием суммарной мощности спектра (TP) и его компонентов (HF, LF, VLF и ULF). Эти динамические исследования ВСР четко подтверждают состояние перетренированности. Наряду с этим, спортсмен отмечал сниженную работоспособность, быструю утомляемость, отсутствие желания тренироваться, расстройство сна.

Спортсмен был отправлен во врачебно-физкультурный диспансер, где было выявлено наличие хронического физического перенапряжения сердечно-сосудистой системы.

Итак, правильная оценка показателей ВСР и точное определение типа регуляции делают метод ВСР незаменимым для оперативного контроля за состоянием тренированности и вероятности развития патологических отклонений.

Таблица 32

Показатели ЧСС и ВСР у перетренированного спортсмена-баскетболиста М. с резко выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

Дата	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn мс	RMSSD мс	pNN50 %	CV, %	AMO50	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF%	LF%	VLF%	ULF%
14.10.2005	46	1314	650	255	72,4	15	21,2	12	35157	17745	12107,9	4696,8	607,1	50,5	34,4	13,4	1,7
17.10.2005	52	1158	954	298	76,8	17,8	12,6	5	39211	22054	10333,6	3357	3460,53	56,2	26,4	8,6	8,8
20.10.2005	51	1167	937	320	79,2	18,3	12,2	5	44360	28259	9926,92	3071,4	3103,13	63,7	22,4	6,9	7,0
21.20.2005	49	1219	921	249	75	15,6	15,9	6	33524	13548	7207,68	5333	7435,49	40,4	21,5	15,9	22,2
24.10.2005	51	1173	984	295	77,3	18,5	12,6	5	39125	24894	8037,97	2451,4	3741,67	63,6	20,5	6,3	9,6
25.10.2005	72	837	298	99	25	10,3	43,9	91	6870,8	4951,9	1165,56	543,88	209,48	72,1	17,0	7,9	3,0
27.10.2005	62	961	743	263	67,6	21,4	15,8	13	42069	29608	8583,43	2514,3	1363,34	70,4	20,4	6,0	3,2
28.10.2005	47	1267	274	384	78,7	19,7	46,0	52	58977	43111	13057,3	1510,1	1299,15	73,1	22,1	2,6	2,2
М	53,8	1137,0	720,1	270,4	69,0	17,1	22,5	23,6	37411,8	23021	8802,5	2934,7	2652,5	61,3	23,1	8,4	7,2
±m	±3,1	±56,5	±103	±28,9	±6,4	±1,2	±5,0	±11,1	±5165,4	±4059,7	±1296,5	±554,4	±829,9	±4,1	±1,9	±1,5	±2,4

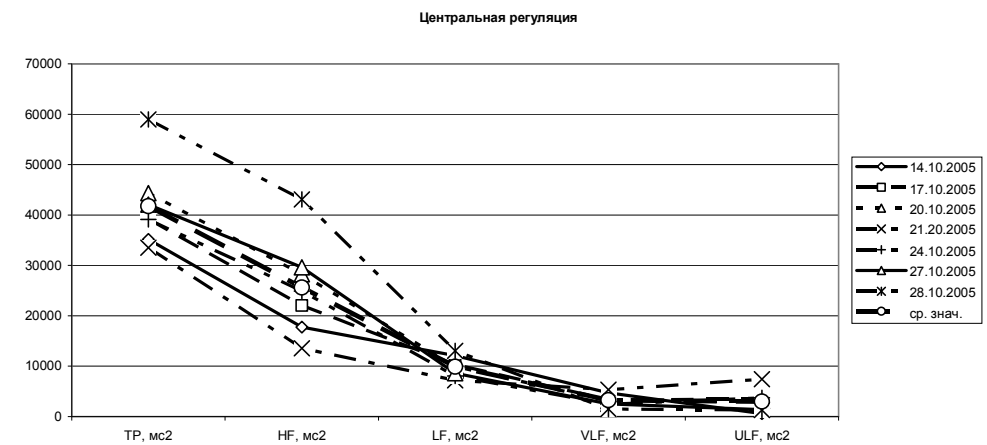
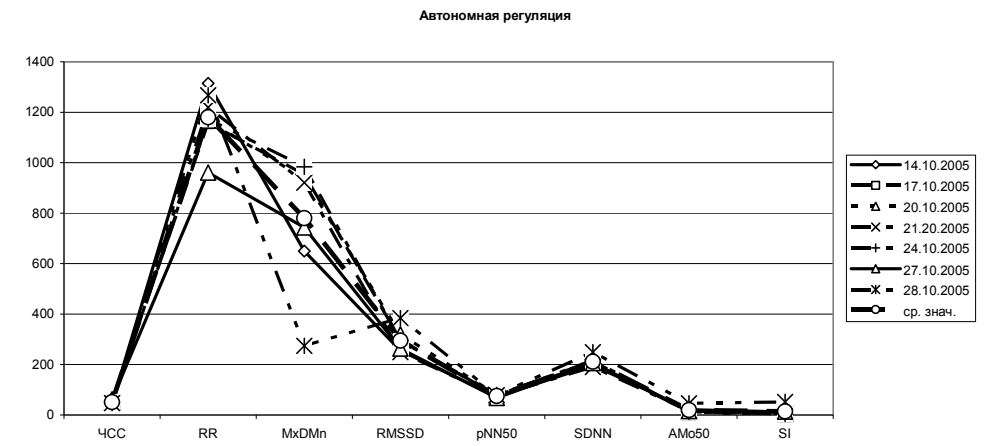
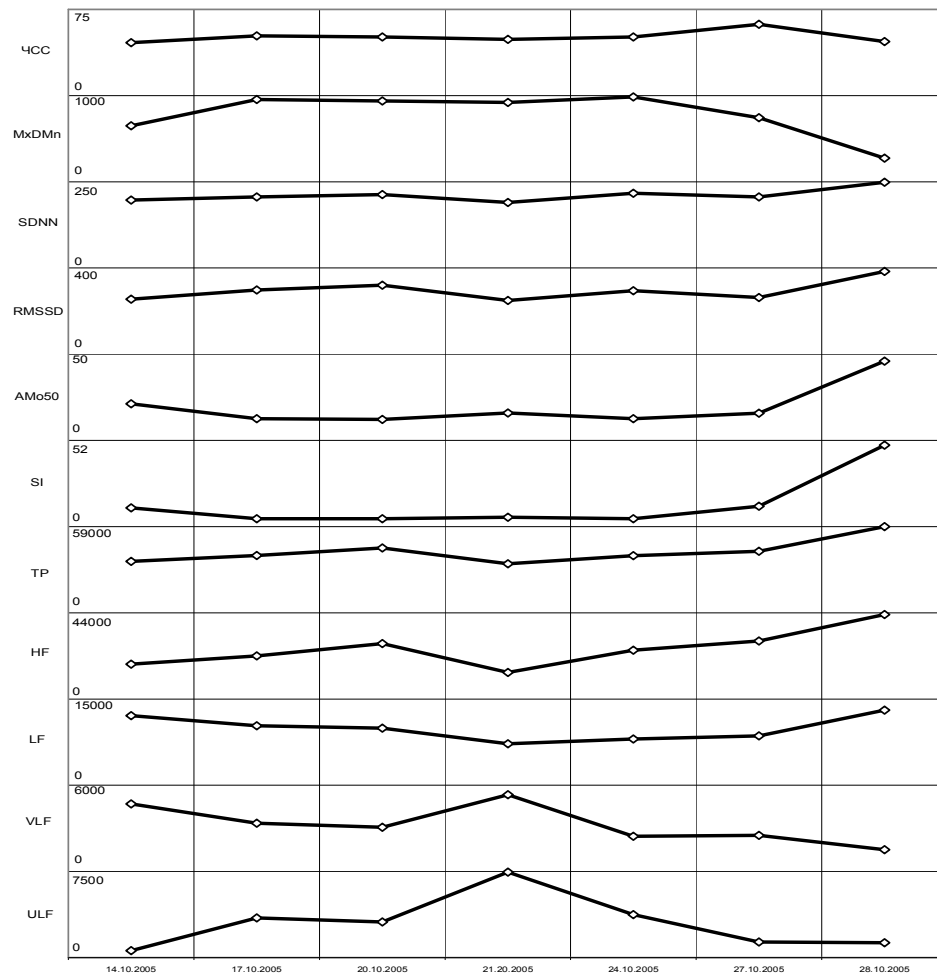


Рис. 62. Индивидуальный портрет ВСР у перетренированного спортсмена-баскетболиста М. с резко выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа) в покое

В подтверждение мы приводим результаты исследования функционального состояния и адаптивных возможностей регуляторных систем у легкоатлетов с различными типами регуляции сердечного ритма до и сразу после тренировочных занятий.

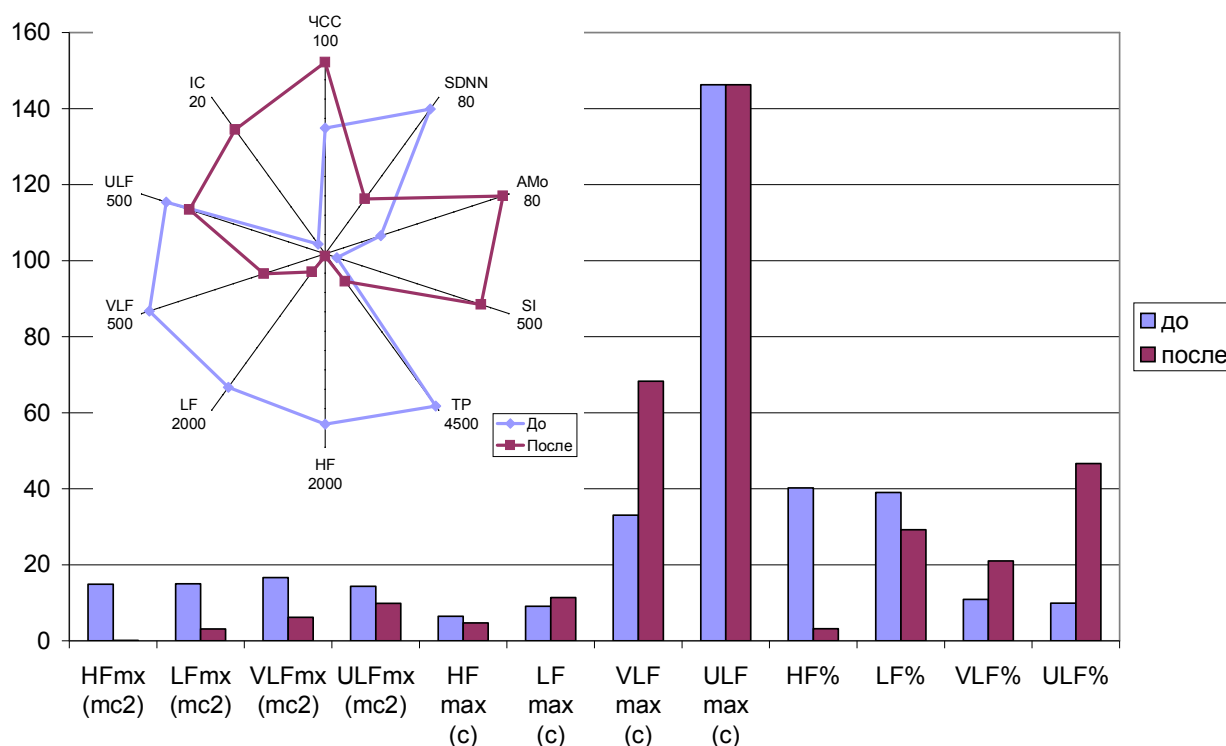


Рис. 63. Особенности медленно-волновой структуры спектра у спортсмена - легкоатлета В. до и сразу после тренировки с автономным типом регуляции (III группа)

Так, на рисунках 63 и 64 представлены особенности изменения ВСР у спортсменов с разной степенью напряжения регуляторных систем до и сразу после тренировки. Спортсмен В. начал тренировку с оптимальным состоянием регуляторных систем (III группа) и закончил ее с выраженным напряжением центральной регуляции (II группа). У этого спортсмена после тренировки снижаются значения R-R, SDNN, суммарная мощность спектра TP и абсолютные показатели суммарной мощности VLF, ULF, HF, LF волн, при этом увеличиваются относительные значения VLF% и ULF%, что указывает на нормальное рабочее утомление в ответ на тренировочное занятие. В то время как спортсмен Г. пришел на тренировку уже с выраженным напряжением регуляторных систем (II группа), которое после тренировки еще больше усилилось.

Анализ ВСР выявил на фоне увеличения ЧСС, снижение SDNN, SI и всех показателей спектральной функции, нарастание относительных значений HF%, LF% и снижение VLF% и ULF% волн. Подобная дискоординация в состоянии регуляции после тренировки указывает на перенапряжение.

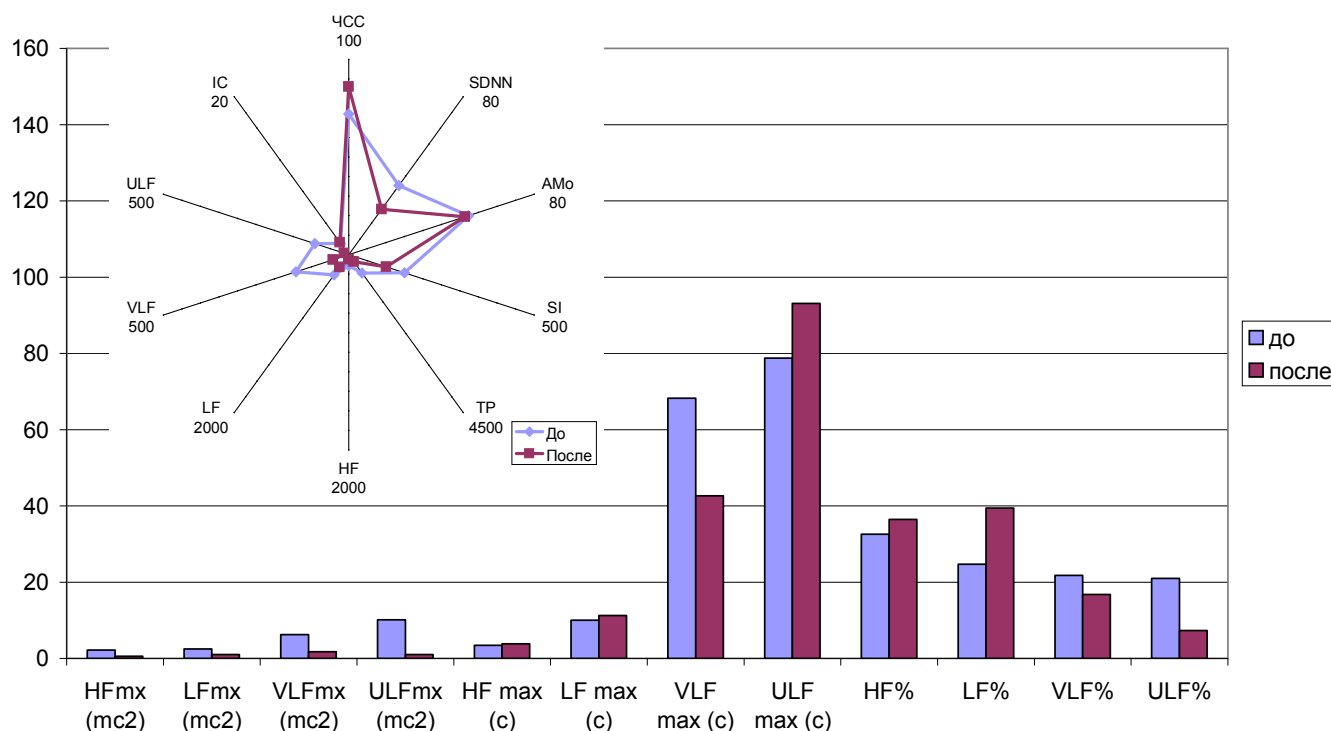


Рис. 64. Особенности медленно-волновой структуры спектра у спортсмена - легкоатлета Г. до и сразу после тренировки с центральным типом регуляции

При беседе с тренером было установлено, что спортсмен Г. на протяжении длительного времени не показывает высоких спортивных результатов.

Однако, выраженное напряжение регуляторных систем (II группа), выявляемое у высококлассных спортсменов в короткий предсоревновательный период может быть также и показателем высокой готовности организма к предстоящим соревнованиям. Это происходит, когда спортсмен выполняет нагрузки большого объема и интенсивности и не успевает восстанавливаться перед очередной тренировкой.

Таким образом, определение типа регуляции у занимающихся физкультурой и спортсменов позволяет оценить уровень подготовленности регуляторных систем и сердечно-сосудистой системы к вы-

полнению спортивных тренировок, а так же выявить функциональные, адаптивные и резервные возможности организма. Знание индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем позволяет прогнозировать характер приспособительных реакций у спортсменов при выполнении нагрузок, и тем самым избежать перетренированности.

4.4. Результаты динамических исследований ВСР у спортсменов разного возраста в тренировочном процессе

Динамические исследования ВСР у спортсменов в покое, после тестовых или физических нагрузок в любой период тренировочного процесса важны для оценки текущего функционального состояния и реактивности регуляции, адаптационных и резервных возможностей организма, своевременной оценки переутомления и коррекции тренировочного процесса, а также прогноза спортивных результатов.

Одна из главных задач в тренировочном процессе юных спортсменов – своевременная оценка функционального состояния организма, его адаптивных возможностей и сохранение здоровья на фоне многофакторных воздействий (возрастающие физические нагрузки, учеба в школе, постоянное психоэмоциональное напряжение). При занятиях спортом в детском возрасте необходимо учитывать стрессорное воздействие спортивной деятельности на сердечно-сосудистую систему, которое нельзя отрицать, и развитие профессиональной патологии сердечно-сосудистой системы. Адаптация системы кровообращения зависит от уровня функционирования системы регуляции. Нарушение функционального состояния регуляторных систем может иметь место еще до начала занятий спортом или возникать непосредственно под влиянием нерациональных нагрузок при спортивной деятельности. Полученные в последние годы данные о генетической детерминированности типа вегетативной регуляции сердечного ритма (Шлык Н.И., 1991), подтверждённые работами Сапожниковой Е.Н. (2000), Лавровой Н.Ю. (2002), Синяк Е.Д. (2002) и др., позволяют посмотреть на регуляторное обеспечение сердечной деятельности и как на генетический фактор риска развития патологии миокарда при занятиях спортивной деятельностью (Е.А.Ashley, 2006). Чрезмерное преобладание автономной регуляции сердечного ритма

или выраженное преобладание центральной регуляции у юных спортсменов относят к патологическому типу регуляции (Шлык Н.И., 1991, Шумихина И.И., 2002, Кириллова Т.Г., 2009 и др.).

Учитывая, что сам тренировочный процесс при занятиях гимнастикой может являться мощным стрессорным фактором, мы решили рассмотреть возможности использования метода анализа ВСР для изучения степени напряжения регуляторных систем у юных спортсменов.

Кирилловой Т.Г. и Шлык Н.И. (2009) изучено наличие специфической направленности определенного вида физических нагрузок, в частности спортивной гимнастики на функциональное состояние и адаптивные возможности регуляторных систем. Для анализа ВСР использовали комплекс «Варикард 2.56» и программа «Эским 6» у четырех гимнасток 8-летнего возраста в течение одного микроцикла. Исследования ВСР проводились в течение 5 минут до и сразу после 2,5 часов ежедневных утренних тренировочных занятий. Полученные результаты анализа ВСР у этих гимнасток представлены на рисунке 65.

Согласно данным рисунка, установлено, что у трех гимнасток Х.И., Ш.В. и М.А. при фоновых исследованиях (до тренировки) от второго до пятого дня микроцикла выражено нарастает активность автономной регуляции сердечного ритма, что, вероятно, можно отнести к специфическим особенностям воздействия гимнастики, направленным на повышение парасимпатической активности (снижаются показатели SI, нарастают значения R-R, MxDMn, TP, HF, LF, VLF). Нарастание мощности очень низкочастотных колебаний (VLF) отражает увеличение энергометаболических процессов. К концу недельного цикла у двух гимнасток (Х.И. и Ш.В.) происходит снижение парасимпатической активности и увеличение централизации сердечного ритма (уменьшение значений R-R, MxDMn, увеличение SI, снижение суммарной мощности спектра TP и его компонентов HF и LF волн).

Эти изменения особенно выражены у гимнастки Х.И. У третьей гимнастки М.А. к концу недели, наоборот, происходит резкое увеличение показателей спектральной функции (TP, HF, LF, VLF) и резкое снижение ULF волн. Подобные выраженные изменения показателей ВСР у этой гимнастки указывают на наличие дизрегуляции в результате утомления.

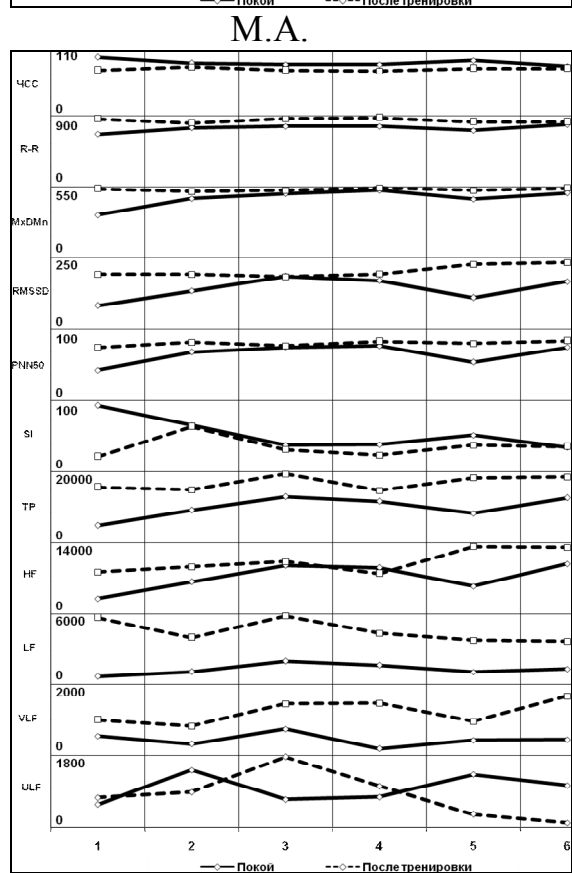
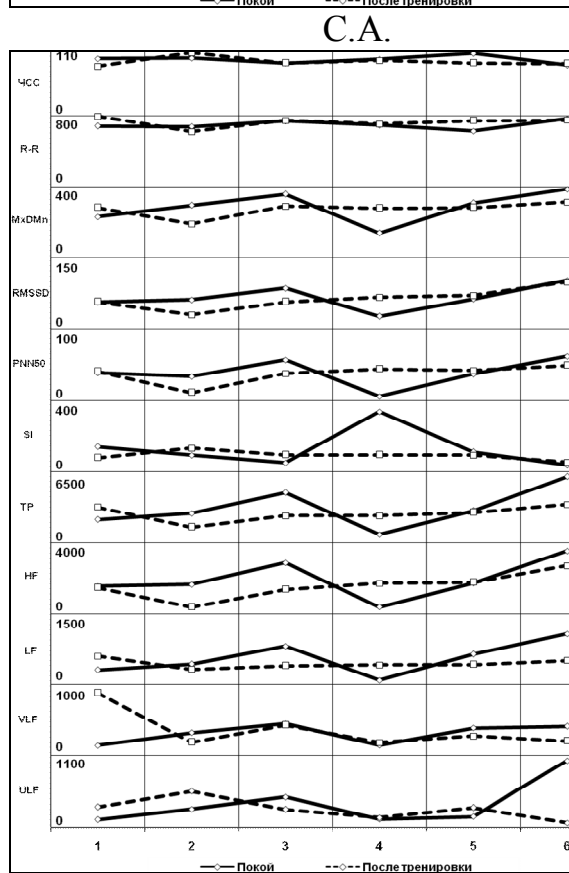
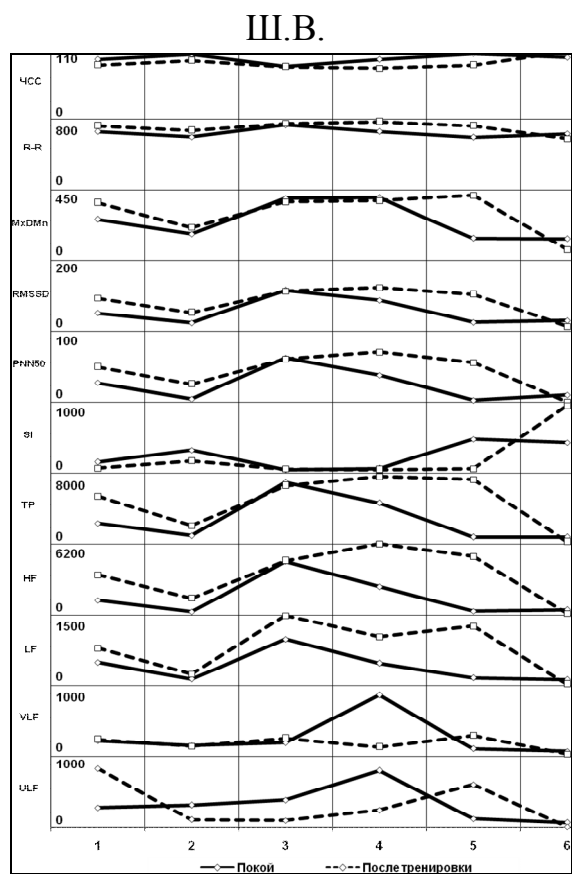
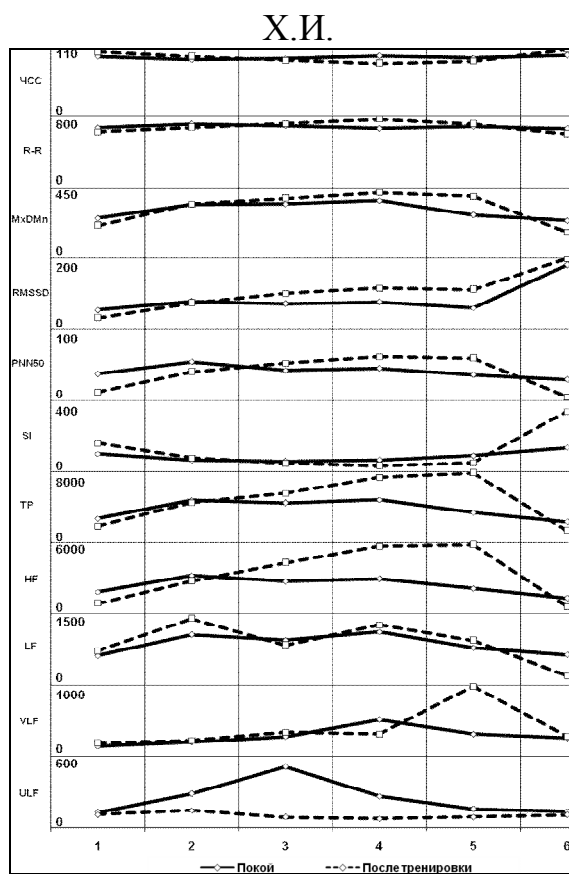


Рис. 65. Индивидуальный портрет ВСР у гимнасток до и после тренировочных занятий в течение микроцикла.

У четвертой гимнастки С.А. при фоновых исследованиях ВСР от начала к концу микроцикла выявлена неустойчивость в состоянии регуляции, что является показателем изначально сниженных функциональных возможностей организма. Это подтверждается данными низкой реактивности регуляторных систем на тренировочный процесс в течение всего микроцикла (рис. 65).

Одинаковую специфическую направленность занятий спортивной гимнастикой на изменение состояния регуляторных систем подтверждают данные анализа ВСР, полученные после тренировочных занятий от второго до пятого дня недели, когда у гимнасток (Х.И., Ш.В. и М.А.) нарастает активность автономной регуляции и увеличиваются показатели структуры спектра (TP, HF, LF, VLF) (рис. 65).

Установлено, что степень выраженности спектральных показателей ВСР у каждой гимнастки была различной. Наиболее существенные изменения временных и спектральных показателей ВСР после тренировки были у гимнастки М.А., на протяжении всего микроцикла, и характеризовались уменьшением ЧСС, резким увеличением разброса кардиоинтервалов ($MxDMn$), снижением SI и резким увеличением TP, HF и HF%. Эти изменения показателей ВСР в ответ на тренировочную нагрузку указывают на избыточное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (рис. 65).

Кроме того, у этой спортсменки после каждой тренировки резко увеличивался показатель VLF как результат выраженного включения надсегментарного уровня управления ритмом сердца, который, по мнению ряда авторов, связан с регуляцией энергетических и обменных процессов.

К концу недельного цикла у гимнасток Х.И. и Ш.В. после тренировки происходит повышение активности центральных структур управления (уменьшается TP, HF, LF, VLF и ULF), а у спортсменки М.А., наоборот, резко повышается активность автономной регуляции (резко снижается SI и возрастают показатели $MxDMn$ от 500 мс до 535 мс, TP от 12578 мс² до 18500 мс², HF от 9783 мс² до 13014 мс², LF от 1311 мс² до 3700 мс² и VLF 445 мс² до 1700 мс²). Подобные изменения показателей ВСР после тренировочных занятий в конце недельного цикла указывают на признаки выраженного утомления и дизрегуляции.

Выявленное смещение водителя ритма (в пределах зоны СА-узла) и резкое возрастание ТР у спортсменки М.А. подтверждают нарастание утомления к концу тренировочного микроцикла.

По мнению Дембо А.Г. (1966), Земцовского Э.В. (1995), Гавриловой Е.А. (2007) начальные стадии дистрофии миокарда у юных спортсменок характеризуются резким повышением тонуса парасимпатической нервной системы. Поэтому на спортсменку М.А. с выраженным преобладанием автономной регуляции, выявляемым на протяжении всего микроцикла, необходимо обратить пристальное внимание тренеру и врачу.

У гимнастки С.А., в отличие от сверстниц, до четвертого занятия реакция регуляторных систем на тренировочную нагрузку отличалась неустойчивостью, низкой реактивностью и отсутствием специфической направленности ежедневных занятий. Это проявляется усилением централизации сердечного ритма на третьем, четвертом и пятом занятиях в результате несоответствия физических нагрузок функциональному состоянию организма. Состояние дизрегуляции у этой спортсменки особенно усилилось на пятый и шестой день тренировочных занятий (рис. 65).

На основании полученных данных анализа ВСР у юных гимнасток может быть сделан важный вывод об особенностях специфической направленности занятий спортивной гимнастикой на состояние вегетативной регуляции, в частности на усиление автономной регуляции сердечного ритма в течение недельного цикла. Установлено, что систематические чрезмерные, определенного вида физические нагрузки (спортивная гимнастика) приводят к избыточной активизации автономной регуляции у юных гимнасток, что может служить показателем перетренированности и началом возможного развития сердечной патологии. У спортсменки с неустойчивой регуляцией отсутствует специфический эффект в состоянии регуляции от занятий спортивной гимнастикой.

Таким образом, динамические исследования ВСР у юных гимнасток в течение микроцикла позволили выявить специфичность воздействия гимнастики на функциональное состояние регуляции, а также различия в реакции организма на тренировочные нагрузки, степень их переносимости и возможность индивидуального планирования тренировочного процесса в зависимости от функционального состояния регуляторных систем.

Нами (Шлык Н.И., Семенов В.Г., 2009) проведен динамический анализ ВСР и центральной гемодинамики у двух спортсменок-легкоатлеток (КМС) Т.Н. и З.М. с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма, до и через 40 мин после тренировочных занятий в предсоревновательный период. У каждой спортсменки было проведено по 32 исследования ВСР и тетраполярной реографии (рис. 66).

При детальном анализе результатов исследования ВСР у спортсменки Т.Н. в покое до тренировочных занятий выявлена четкая согласованность в состоянии автономного и центрального контуров регуляции сердечного ритма (III группа).

Во все дни исследований после каждого тренировочного занятия анализ ВСР у этой спортсменки выявил снижение парасимпатической активности, увеличение активности симпатического отдела ВНС и напряжение центральных структур регуляции (рис. 66). При этом со стороны автономной регуляции отмечается уменьшение значений R-R и MxDMn кардиоинтервалов, RMSSD, pNN50, SDNN, увеличение AMo50 и SI. Со стороны центральной регуляции наблюдается уменьшение суммарной мощности спектра (TP) и компонентов волновой структуры HF, LF, VLF и ULF. Эти изменения в показателях ВСР после тренировочных занятий указывают на закономерный процесс утомления в состоянии регуляторных систем (рис. 66). Важно отметить, что вид физической нагрузки отражается на показателях ВСР. Так, большее включение силовых нагрузок в тренировочном занятии усиливает активность автономной регуляции, и наоборот, выполнение скоростных и скоростно-силовых нагрузок вызывает напряжение центральных структур регуляции. Зная закономерности изменений показателей ВСР при выполнении разных по виду физических нагрузок, можно моделировать тренировочный процесс и тем самым управлять им.

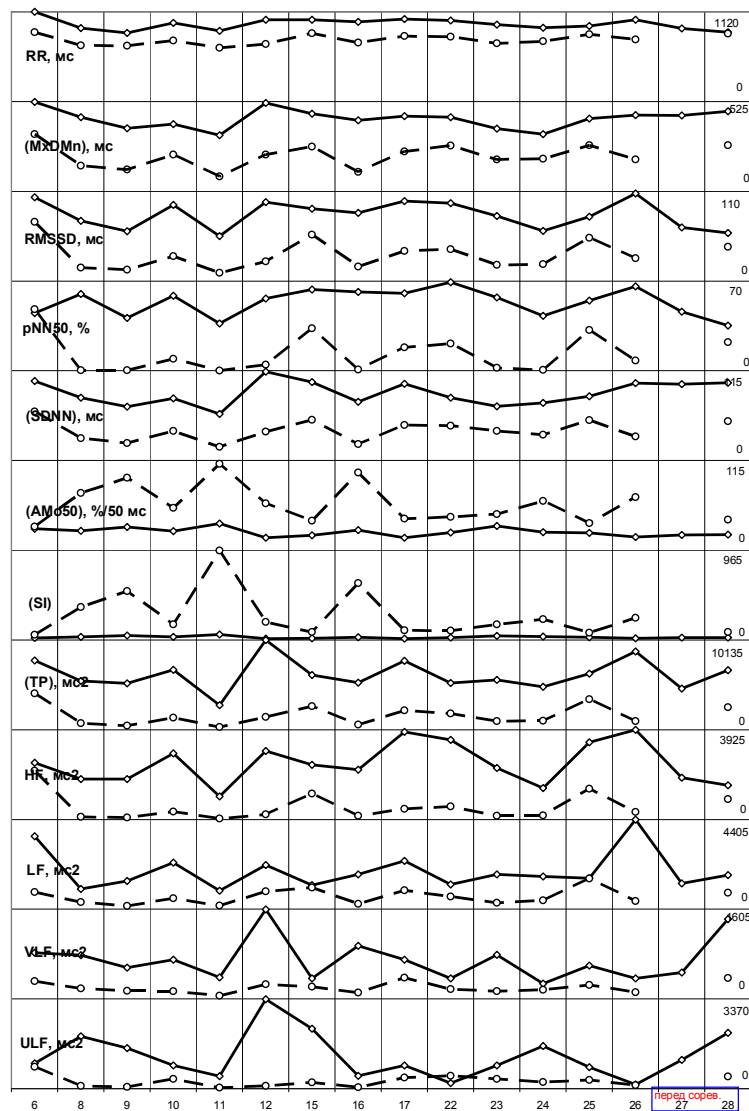
Рассмотрим особенности изменения показателей работы насосной функции сердца и тонуса сосудов у спортсменки Т.Н. до и после тренировочных нагрузок. При исследовании и анализе показателей центральной гемодинамики после тренировочных нагрузок у спортсменки Т.Н. со стороны насосной функции сердца выявлены увеличение ЧСС, МОК, СИ и снижение УОК и УИ, а со стороны сосудистой системы – снижение общего периферического сопротивления

сосудов (ОПСС) и удельного периферического сопротивления сосудов (УПСС) (рис. 68).

Также были изучены особенности влияния психоэмоционального настроения на изменение состояния регуляторных систем за два и один день до начала соревнований. Структура ВСР у спортсменки Т.Н. за один день до соревнований от предыдущего дня отличалась умеренным напряжением в состоянии регуляции.

При этом уменьшились показатели R-R, RMSSD, pNN50 и увеличивались значения AMo50 и SI. В спектральной функции понизились значения TP, HF, LF, но при этом суммарная мощность VLF и ULF волн увеличилась, особенно ULF. Это означает, что психоэмоциональная готовность спортсменки к соревнованиям происходит с вовлечением самых высоких уровней регуляции. Спортсменка успешно выступила на соревнованиях.

Вторая спортсменка-легкоатлетка З.М. отличалась от своей сверстницы неустойчивостью регуляции в покое. Из данных ВСР следует, что у нее от тренировки к тренировке состояние регуляторных систем изменялось от выраженного преобладания центральной регуляции (II группа) до выраженного преобладания автономной регуляции (IV группа) (рис. 66). На рисунке видно, что ответ регуляторных систем на тренировочные нагрузки в разные дни был различным. В дни с исходно выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) после тренировочных занятий показатели ВСР соответствовали, наоборот, выраженному преобладанию автономной регуляции (IV группа), то есть налицо переход с одного уровня регуляции на другой. Это особенно хорошо видно на рисунке 66 (23, 24, 25 и 26 числа). И наоборот, когда исходный фон регуляторных систем соответствовал выраженному преобладанию автономной регуляции, характерному для IV группы, то тренировочные занятия (8, 9, 11, 15, 16, 18 числа) вызывали резкое напряжение регуляторных систем, характерных для II группы. Подобная неустойчивая реакция организма на тренировочный процесс позволяет говорить о существенных поломках в состоянии регуляторных систем.



Спортсменка Т.Н.

— До тренировки

--- После тренировки

Спортсменка З.М.

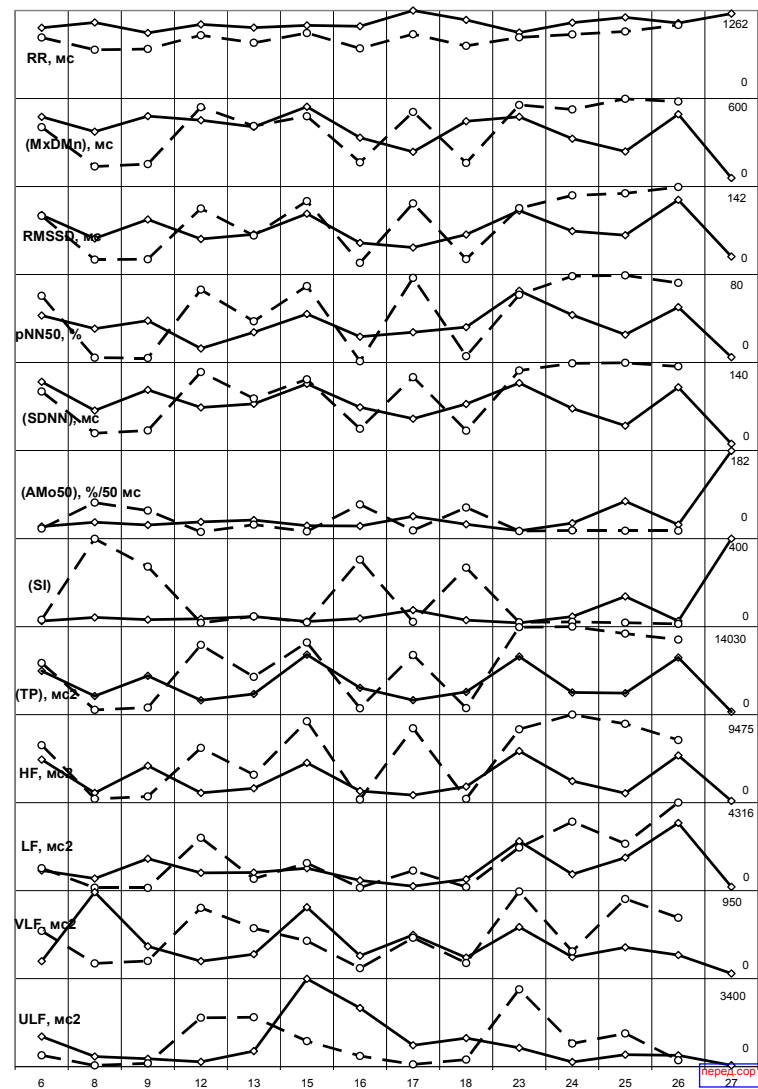
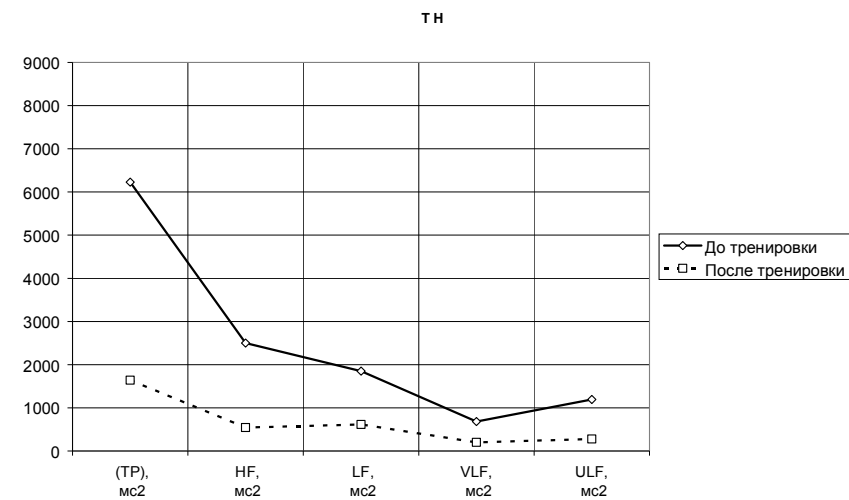
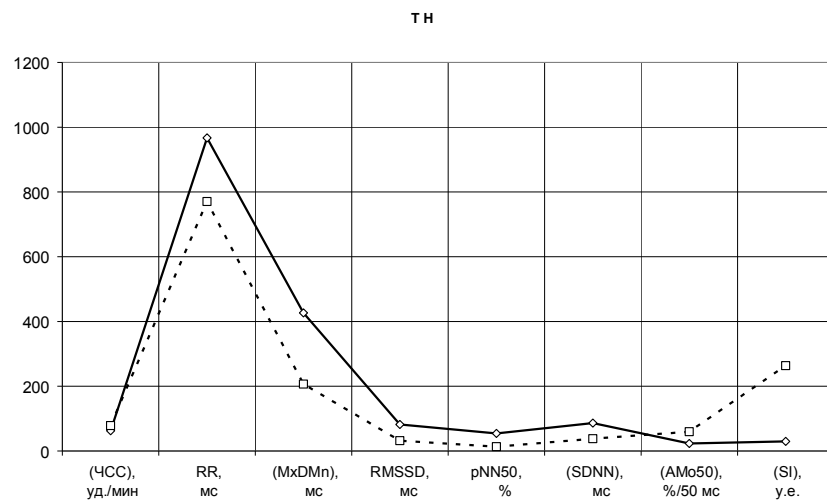


Рис. 66. Индивидуальный портрет ВСР спортсменок-легкоатлетов Т.Н. (III группа) и З.М. (II группа) в покое и через 40 мин после тренировочной нагрузки

Спортсменка Т.Н.



Спортсменка З.М.

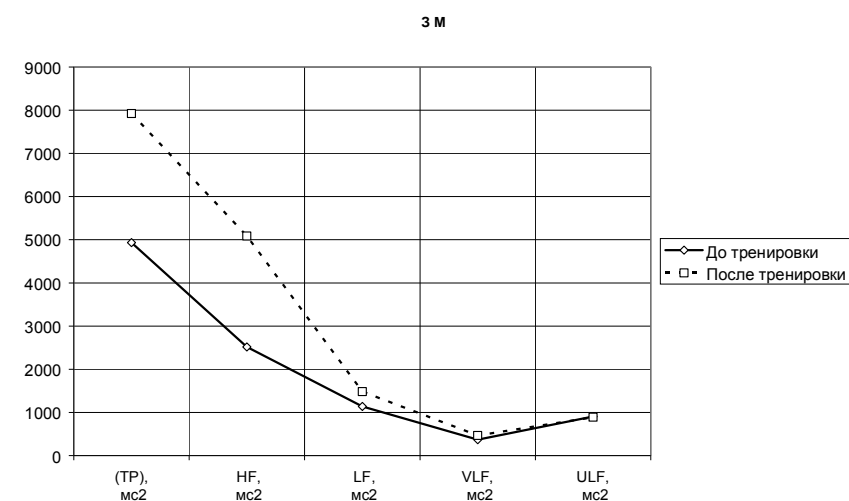
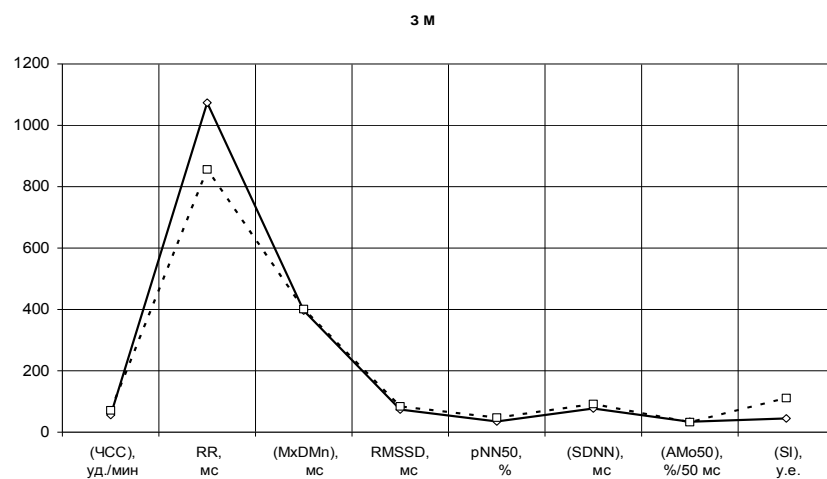


Рис. 67. Индивидуальные особенности функционального состояния и адаптивных возможностей регуляторных систем у спортсменок – легкоатлеток Т.Н. и З.М. (по средним данным ВСР 16 тренировочных занятий)

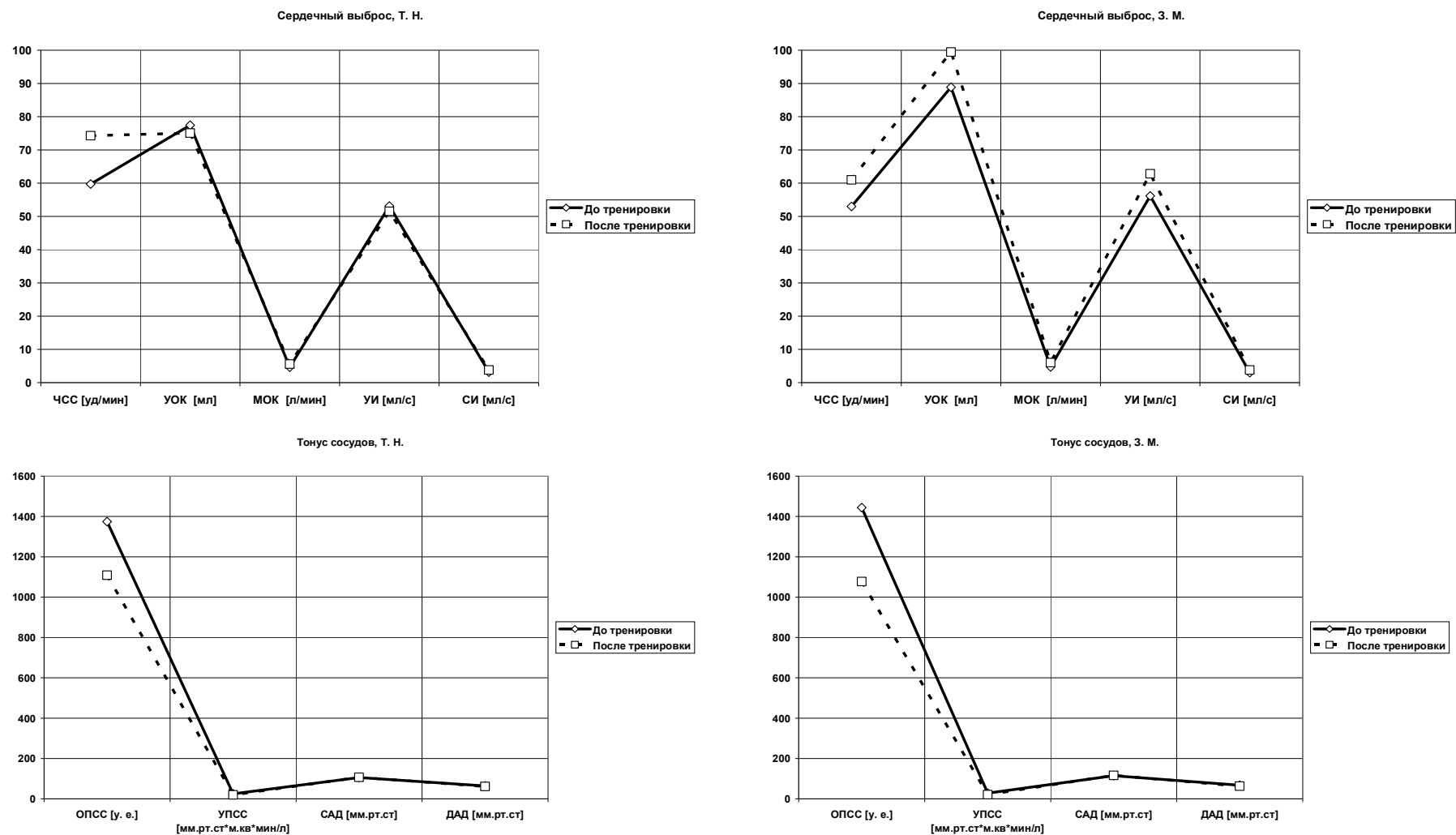


Рис. 68. Особенности гемодинамики у спортсменок-легкоатлеток Т.Н. и З.М. с разными типами регуляции до и после тренировочных нагрузок

Выявляемая неустойчивость и дисбаланс в состоянии регуляторных систем в процессе подготовки данной спортсменки к соревнованиям указывают на сниженное функциональное состояние и низкие адаптивные возможности организма, характерные для перетренированности (рис. 66).

Изучение параметров центральной гемодинамики до и после тренировочной нагрузки у этой спортсменки указывает на выраженное напряжение сердечно-сосудистой системы в покое и особенно после тренировочных занятий (рис. 68). Сразу после тренировочной нагрузки у спортсменки увеличиваются показатели сердечного выброса (ЧСС, УОК, МОК, УИ и СИ) и уменьшаются показатели тонуса сосудов (ОПСС, УПСС).

Анализ ВСР за один день до старта у этой спортсменки, по сравнению с предыдущим днем, выявил на фоне выраженного психоэмоционального напряжения резко выраженную брадикардию (ЧСС снизилась до 49 уд/мин), увеличение R-R кардиоинтервалов, но при этом резкое уменьшение разброса (MxDMn) кардиоинтервалов, резко снизились показатели RMSSD, pNN50, TP, HF, LF, VLF, ULF, и существенно возросли значения AMo50 и SI.

Подобные изменения показателей ВСР непосредственно перед соревнованиями указывают на выраженное перенапряжение в состоянии регуляторных систем, существенное угнетение деятельности сердечно-сосудистой системы и энергометаболических процессов. Естественно, на соревнованиях эта спортсменка выступила плохо.

При сравнении данных временных и спектральных показателей ВСР у спортсменок с разным типом регуляции за день до старта установлены существенные различия в предстартовой готовности регуляторных систем, которые представлены в таблице 33.

Показано, что психоэмоциональное перенапряжение, соревновательный стресс и связанные с ними выраженная активация нейроэндокринной системы и дезинтеграция регуляторных механизмов играют в развитии патологии сердечно-сосудистой системы у спортсменов роль не менее, а в некоторых случаях более значимую, чем просто физическое перенапряжение (Гурьева Л.Л., 1996; Байгулов А.А., 1999; Гаврилова Е.А., 2007 и др.).

Предстартовое состояние регуляторных систем у спортсменок-легкоатлеток по данным ВСР

Показатели ВСР	Спортсменка Т.Н.		Спортсменка З.М.	
	За два дня до старта	За один день до старта	За два дня до старта	За один день до старта
R-R, мс	1018,97	914,3	1083,7	1217,1
MxDMn, мс	446	444	493	58
pNN50, %	65,84	46,13	50,4	489
SI, усл.ед.	19,39	24,9	25,5	1283
TP, мс ²	8850,51	4647,1	9088,9	461,7
HF, мс ²	3921,6	1827,2	5077,9	174,8
LF, мс ²	4402,1	1269,13	3319,6	179,8
VLF, мс ²	366,2	470,7	254,5	54,8
ULF, мс ²	160,6	1080,02	436,9	52,3

При сравнении средних данных анализа ВСР и параметров гемодинамики у спортсменок-легкоатлеток установлено, что спортсменки с разным функциональным состоянием регуляторных систем по-разному адаптируются к тренировочным нагрузкам (рис. 67, 68). На рисунке 66 видно, что спортсменка Т.Н. с нормальным уровнем функционирования регуляции в ответ на тренировочные занятия реагирует снижением активности автономной регуляции (понижаются значения R-R, MxDMn кардиоинтервалов, RMSSD, pNN50, SDNN, AMo50 и нарастает SI) и напряжением центральной регуляции (снижаются значения TP, HF, LF, VLF и ULF). Эти изменения после тренировочных занятий есть результат нормального реагирования (без поломок) системы управления.

Вторая спортсменка (З.М.) на эти же нагрузки реагирует парадоксальной реакцией со стороны автономной и центральной регуляции, то есть одновременно увеличивается активность парасимпатического и симпатического отделов ВНС и нарастает активность центральных структур.

Перенапряжение регуляторных систем у спортсменки З.М. ведет к выраженному напряжению гемодинамики как в покое, так и после тренировочных занятий. У этой спортсменки, при более низкой ЧСС, более значимы показатели УОК, УИ и УПСС до и после тренировок (рис. 67).

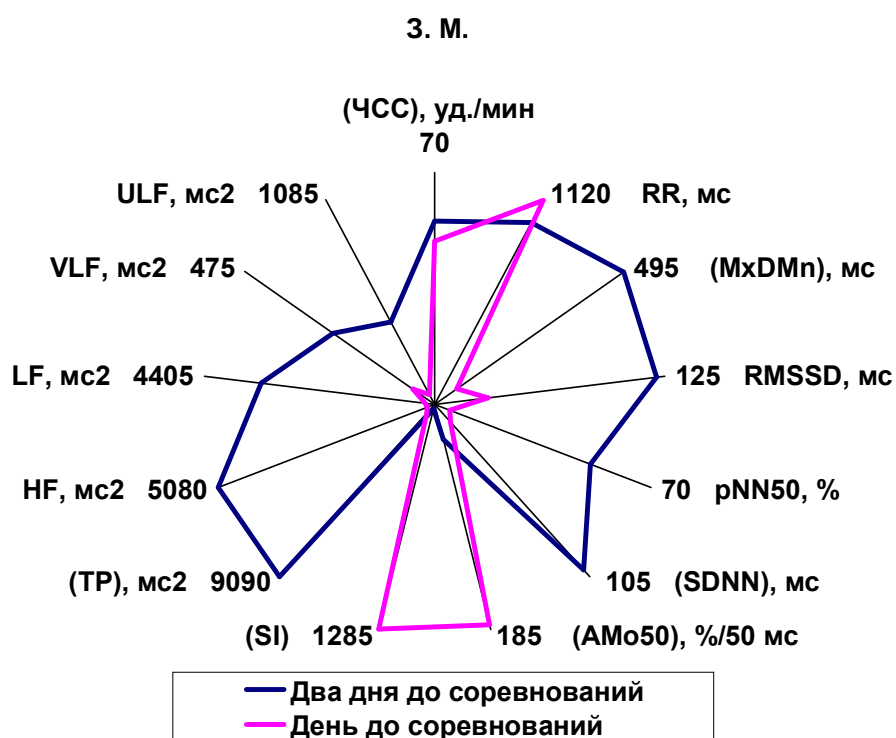
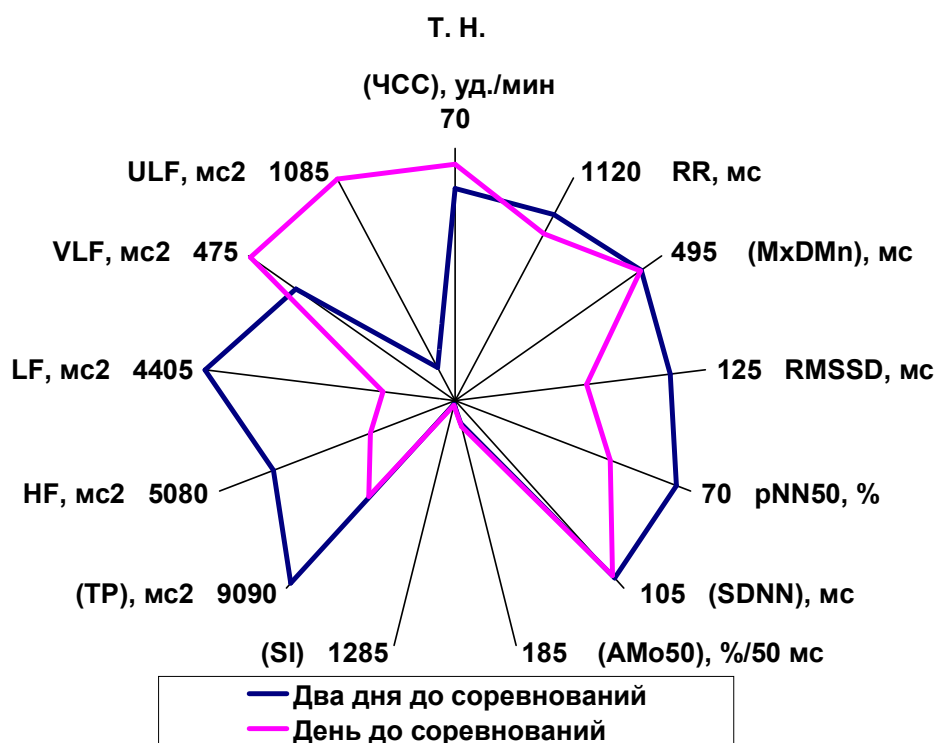


Рис. 69. Предстартовое состояние регуляторных систем у спортсменок-легкоатлеток Т.Н. и З.М. с разными типами регуляции за два дня до соревнований по данным анализа ВСР

У них выявлена разная психоэмоциональная и адаптивная готовность к соревнованиям. Отсюда у спортсменок разные спортивные результаты.

В работе любого тренера при осуществлении тренировочного процесса у спортсменов необходим постоянный динамический контроль за функциональным состоянием и реактивностью регуляторных систем, определяющих эффективность работы адаптационных механизмов и возможные их поломки.

Поэтому крайне важно внедрять в спортивную практику методы раннего распознавания неадекватной реакции организма на физические нагрузки. Этим методом является динамический анализ ВСР.

На примере этих двух спортсменок показано, что определение индивидуально-типологического портрета ВСР и гемодинамики выявляет особенности функционирования регуляторных систем и состояния адаптационных механизмов организма спортсменов в покое и в ответ на тренировочные нагрузки. Следовательно, в зависимости от преобладающего типа регуляции и психоэмоциональной установки, можно прогнозировать спортивный успех на соревнованиях. Важно понять, что при дизрегуляторных проявлениях спортсмен не должен тренироваться, и тем более, выступать на соревнованиях. Это приводит к перенапряжению и срыву в состоянии регуляторных систем и болезни адаптационных механизмов.

Динамическое исследование ВСР у спортсменов заключается в своевременном выявлении дизрегуляции и состояния перетренированности двух неразрывных составляющих, ведущих к ухудшению функционального состояния, адаптивных возможностей организма и снижению спортивных результатов.

Поэтому изучение индивидуального портрета ВСР в тренировочном процессе каждого спортсмена делает данный метод незаменимым для оперативного контроля, вероятности развития перенапряжения и патологических состояний.

Интересны данные анализа ВСР, полученные Сапожниковой Е.Н. у спортсменов с разными типами регуляции сердечного ритма и одинаковой направленностью тренировочного процесса в зимнем виде спорта – биатлоне.

Динамический анализ ВСР у спортсменов-биатлонистов 16-17 лет (I спортивный разряд) выявил зависимость между функциональным состоянием регуляторных систем организма и успешностью вы-

ступления на соревнованиях. На рисунке 70 представлена динамика временных и спектральных показателей ВСР у биатлонистов с разным функциональным состоянием регуляторных систем в покое в различные тренировочные периоды. За время проведения исследований они участвовали в пяти одних и тех же соревнованиях разного ранга. Лучшие результаты на этих соревнованиях показал спортсмен Е.С., он трижды являлся победителем и занимал 4, 2, 1, 1, 1 места.

Анализ ВСР у этого спортсмена выявил согласованность в состоянии регуляторных систем в разные периоды тренировочного процесса (рис. 70). В осенне-зимний период у него наблюдается четкое взаимодействие между двумя отделами ВНС (симпатическим и парасимпатическим) и центральными механизмами регуляции.

Со стороны центральной регуляции у него отмечается умеренное преобладание HF волн в спектре, что свидетельствует об умеренном преобладании автономной регуляции сердечного ритма (III группа) и высоких функциональных возможностях организма спортсмена, что подтверждается высокими спортивными достижениями.

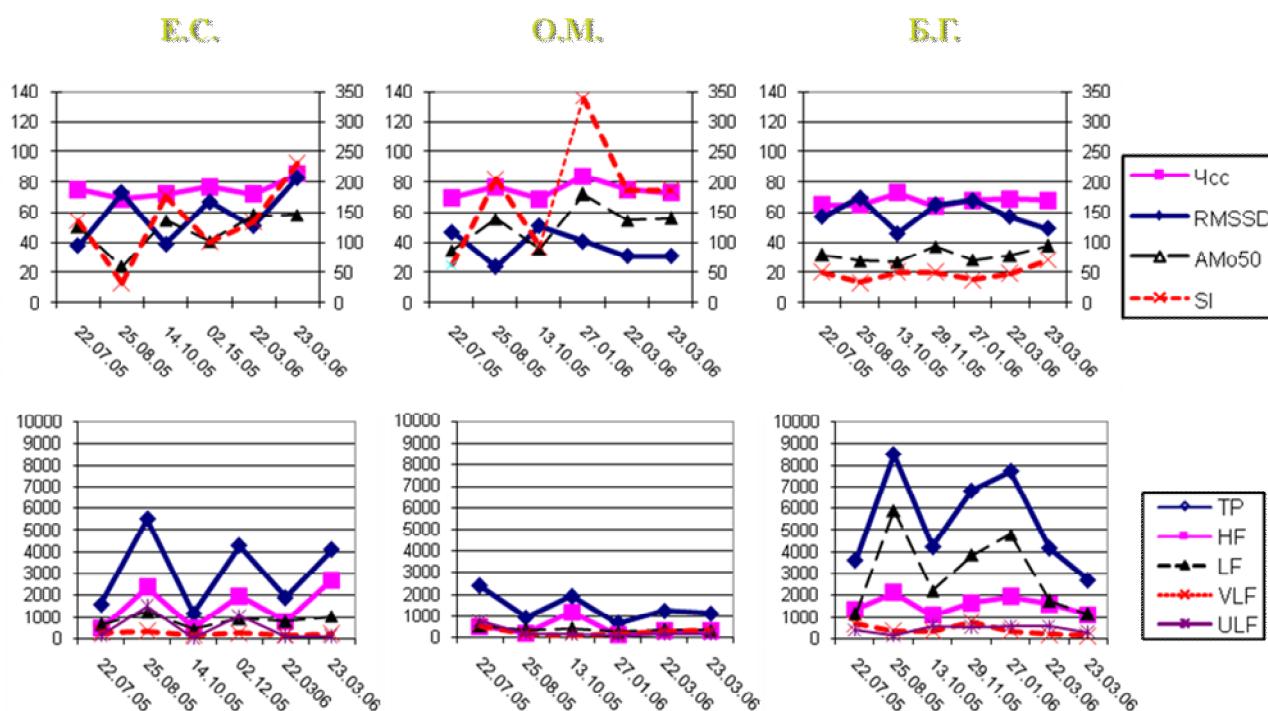


Рис.70. Динамика временных и спектральных показателей ВСР у биатлонистов 16-17 лет с различным типом регуляции в тренировочном процессе

К концу зимнего сезона у данного спортсмена отмечается закономерное нарастание напряжения в состоянии регуляторных систем к концу зимнего сезона, что выражается в рассогласовании между от-

делами ВНС, снижении суммарной мощности спектра (TP) и нарастании суммарной мощности дыхательных волн (HF). Снижение показателей VLF и ULF волн указывает на усиление напряжения самых высоких структур регуляции сердечного ритма и нарастание утомления (рис. 70).

Проведенный анализ ВСР у второго спортсмена О.М. выявил, что весь тренировочный процесс осуществляется на фоне выраженного преобладания центральной регуляции и это отражается на показателях ВСР (малая суммарная мощность спектра (TP) и волновой структуры HF, LF, VLF, ULF) и указывает на сниженные функциональные, адаптивные и резервные возможности организма (рис. 70).

Данная структура ВСР связана с перенапряжением регуляторных систем и подтверждается неустойчивыми спортивными результатами. На всех пяти соревнованиях спортсмен занимал 5, 20, 6, 16 и 6 места.

У третьего спортсмена-биатлониста Б.Г. на всем протяжении тренировочного процесса структура временных показателей и спектральной функции ВСР имела особенности, характерные для выраженного преобладания автономной регуляции сердечного ритма (IV группа), очень малые значения SI и выраженное преобладание LF волн над HF волнами. Значения LF волн колебались в спектре от 1115,5 до 5923,3 мс², а HF волны – от 1123,5 до 2126,1 мс².

В конце зимнего сезона тип регуляции у данного спортсмена изменяется с выраженного преобладания автономного управления (IV группа) на выраженное преобладание центрального (II группа).

Выявленная неустойчивость в состоянии регуляции подтверждается низкими спортивными результатами от соревнования к соревнованию, на которых он занял 24, 26, 36, 42 и 28 места. Особенно низкие спортивные результаты спортсмен показал в зимний соревновательный период.

Это один из многочисленных случаев, который показывает, что между степенью брадикардии и тренированностью нет четкого параллелизма. Чрезмерные тренировочные физические нагрузки привели к развитию дизадаптации и выходу отдельных параметров ВСР за пределы допустимых.

Таким образом, динамические исследования функционального состояния и адаптационных возможностей регуляторных систем по

данным ВСР могут являться важным маркером прогнозирования не только физической тренированности, но и спортивных результатов.

Сегодня уже известно, что систематические физические нагрузки способны не только повысить уровень физического здоровья, улучшить функциональные возможности, но и сформировать устойчивые патологические реакции, способствующие развитию заболеваний, и в первую очередь сердечно-сосудистой системы.

Мы приводим пример динамических исследований ВСР у спортсменов с резко выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа), которая носит патологический характер.

Многочисленными исследованиями подтверждено, что большинство спортсменов с резко выраженной брадикардией не показывают высоких спортивных результатов. Выраженная брадикардия у спортсменов может быть проявлением дисфункции синусового узла и признаком переутомления.

На рисунках 71, 71 (а), 72, 72 (а) представлены результаты повторного анализа ВСР у спортсменки-волейболистки (IV группа) с состоянием дисфункции синусового узла в покое и при ортостатическом тестировании. При исследовании ВСР у спортсменки в покое выявляется нарушение ритма, более выражена дисперсия (Д), чем суммарная площадь (ТР) спектра, а в ответ на ортостатическое тестирование регистрируется резко выраженная реакция регуляторных систем. Данная спортсменка отправлена на клиническое обследование.

Также одним из основных признаков патологического спортивного сердца (по аналогии с физиологическим) некоторые авторы (Земцовский Э.В., 1999; Гаврилова Е.А., 2007) считают относительную тахикардию (более 70 уд/мин) у лиц, тренирующих выносливость.

Комплекс "Варикард"
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

n 30 Исследуемая В. Ю.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
13.04.2009	10:26	жен.	20	63	00:05:01

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	63	93	147.1
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	948	645	68.0
3. Максимальное значение (Mx), мс	1265	745	58.9
4. Минимальное значение (Mn), мс	678	565	83.3
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	587	180	30.7
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.87	1.32	70.7
7. RMSSD, мс	192	22	11.4
8. pNN50, %	76.7	2.6	3.4
9. Среднее квадратич. отклонение (SDNN), мс	162	36	22.3
10. Коэффициент вариации (CV), %	17.1	5.6	32.9
11. Дисперсия (D), мс ²	26219	1309	5.0
12. Мода (Mo), мс	1098	625	56.9
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	60.2	39.7	65.9
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	22.9	55.1	241.0
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	6.6	9.2	139.2
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.476	0.726	152.4
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	1.84	4.18	227.5
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	21.4 (0)	0.0 (0)	0.0
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	18	245	1380.5

Спектральный анализ

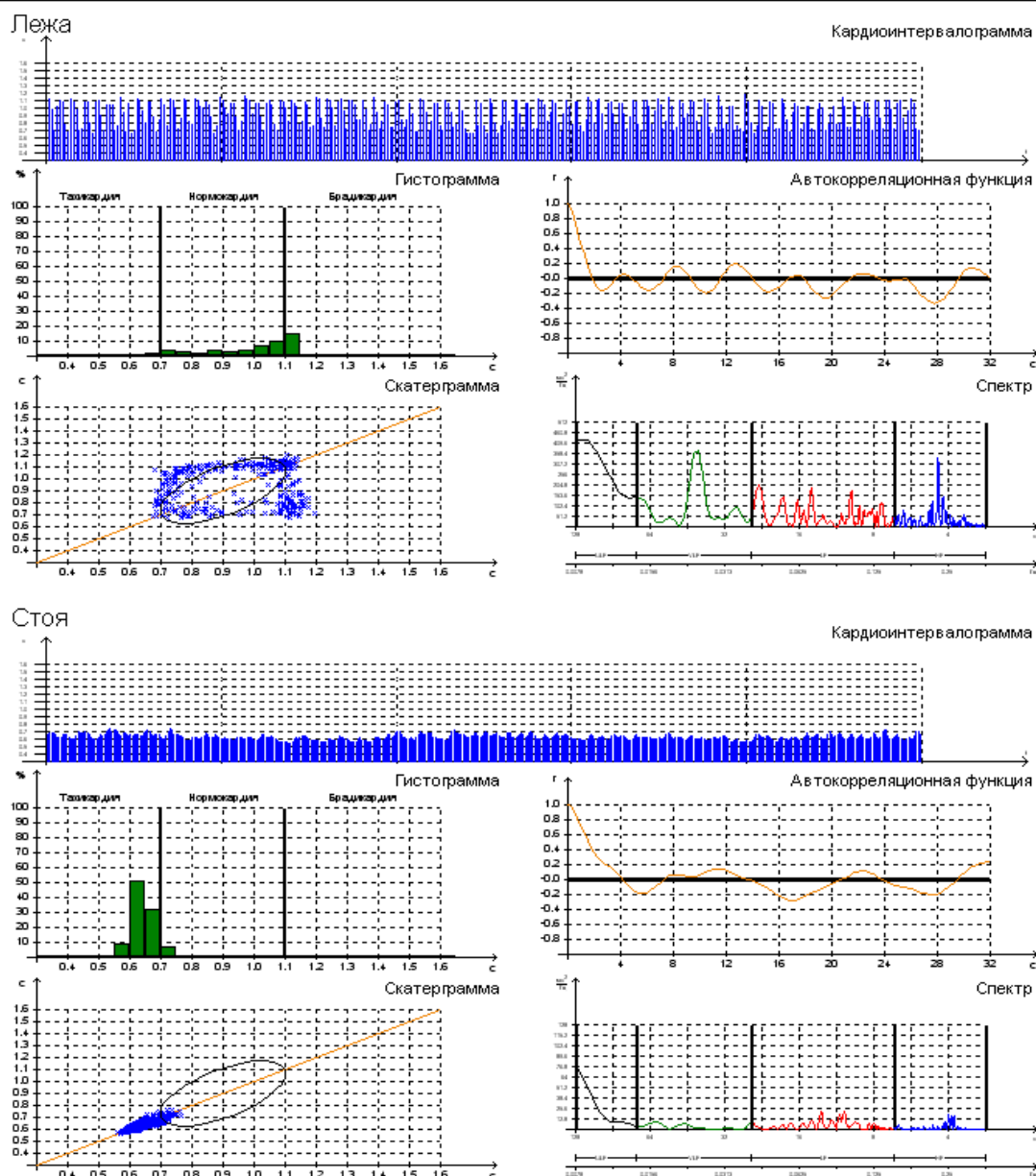
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	16914.54	1324.96	7.8
21. Суммарная мощность HF, мс ²	6286.30	375.04	6.0
22. Суммарная мощность LF, мс ²	5829.07	497.92	8.5
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	2286.56	65.81	2.9
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	2512.60	386.19	15.4
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	334.54	17.53	5.2
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	207.13	22.17	10.7
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	372.57	8.89	2.4
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	427.70	86.30	20.2
29. Период Мах спектра HF, с	4.39	3.98	90.7
30. Период Мах спектра LF, с	23.27	13.13	56.4
31. Период Мах спектра VLF, с	40.96	60.24	147.1
32. Период Мах спектра ULF, с	113.78	146.29	128.6
33. Мощность HF, %	43.6	40.0	91.5
34. Мощность LF, %	40.5	53.0	131.0
35. Мощность VLF, %	15.9	7.0	44.2
36. LF/HF	0.93	1.33	143.2
37. VLF/HF	0.36	0.18	48.2
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	1.29	1.50	116.4

Рис. 71. Результаты анализа ВСР у спортсменки-волейболистки В.Ю. (IV группа) с нарушением ритма сердца

Комплекс "Варикард" **РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

n 30 Исследуемая В. Ю.

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
13.04.2009	10:26	жен.	20	63	00:05:01



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 71 (а). Графическое изображение результатов анализа ВСР у спортсменки-волейболистки В.Ю. с нарушением ритма сердца

Комплекс "Варикард"
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 39 Исследуемая В. Ю.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
20.04.2009	10:21	жен.	20	63	00:04:58

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	63	92	146.6
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	956	652	68.2
3. Максимальное значение (Mx), мс	1295	777	60.0
4. Минимальное значение (Mn), мс	663	560	84.5
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	632	217	34.3
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.95	1.39	71.0
7. RMSSD, мс	174	31	17.7
8. pNN50, %	81.4	11.2	13.7
9. Среднее квадратич. отклонение (SDNN), мс	174	44	25.0
10. Коэффициент вариации (CV), %	18.2	6.7	36.7
11. Дисперсия (D), мс ²	30400	1904	6.3
12. Мода (Mo), мс	1117	630	56.4
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	56.5	43	76.1
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	19.8	50.7	256.4
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	8.3	11.4	136.2
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.699	0.582	83.2
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	8.42	1.92	22.8
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	27.5 (0)	0.0 (0)	0.0
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	14	186	1323.8

Спектральный анализ

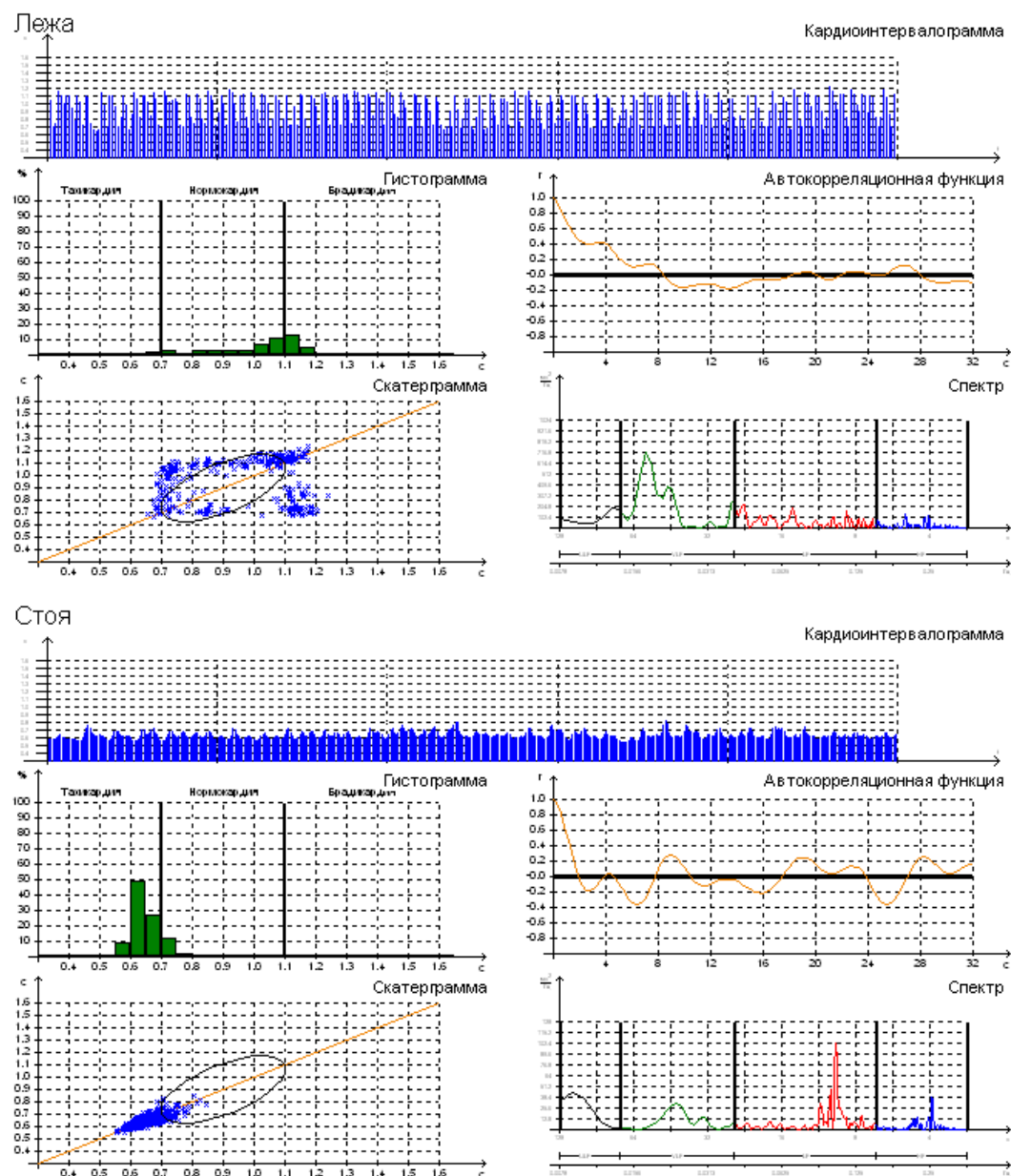
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	14501.21	2151.42	14.8
21. Суммарная мощность HF, мс ²	3524.45	676.20	19.2
22. Суммарная мощность LF, мс ²	5688.44	1067.75	18.8
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	4062.14	237.99	5.9
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	1226.18	169.48	13.8
25. Max высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	131.92	38.77	29.4
26. Max низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	243.67	101.58	41.7
27. Max сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	717.63	31.27	4.4
28. Max ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	196.62	43.65	22.2
29. Период Max спектра HF, с	5.02	3.92	78.2
30. Период Max спектра LF, с	24.98	9.66	38.7
31. Период Max спектра VLF, с	56.89	42.67	75.0
32. Период Max спектра ULF, с	78.77	113.78	144.4
33. Мощность HF, %	26.5	34.1	128.5
34. Мощность LF, %	42.9	53.9	125.7
35. Мощность VLF, %	30.6	12.0	39.2
36. LF/HF	1.61	1.58	97.8
37. VLF/HF	1.15	0.35	30.5
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	2.77	1.93	69.8

Рис. 72. Результаты повторного исследования ВСР
у спортсменки-волейболистки В.Ю. с нарушением ритма сердца

Комплекс "Варикард" **РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

п 39 Исследуемая В. Ю.

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
20.04.2009	10:21	жен.	20	63	00:04:58



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 72 (а). Графическое отображение результатов анализа ВСР у спортсменки-волейболистки В.Ю. при повторном тестировании

Мы решили провести корреляционный анализ зависимости показателей ВСР и параметров центральной гемодинамики у спортсменов, работающих на выносливость с частотой сердечных сокращений ниже 50 уд/мин (выраженная брадикардия), от 50 до 60 уд/мин, от 60 до 70 уд/мин и выше 70 уд/мин (относительная тахикардия) (рис.73). На рисунке 73 видно, что наибольшее количество сильных корреляционных связей выявлено у спортсменов, тренирующих выносливость с выраженной брадикардией и относительной тахикардией ЧСС <50 и ЧСС > 70 уд/мин, что указывает на напряженность работы системы кровообращения и механизмов ее регуляции у спортсменов с выраженной брадикардией и относительной тахикардией.

Красноперовой Т.В. (2004) была выявлена разная взаимосвязь между показателями ВСР и параметрами гемодинамики у спортсменов в состоянии покоя с разным уровнем функционирования регуляторных систем. Было установлено, что у спортсменов с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа) показатели ВСР тесно коррелируют с параметрами гемодинамики, отражающими насосную функцию сердца, а у спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции (III группа) эти же показатели ВСР коррелируют и с показателями насосной функции сердца, и с показателями тонуса сосудистой системы (рис. 74). Кроме того, у спортсменов с преобладанием центральной регуляции увеличено число корреляционных связей между показателями ВСР и параметрами гемодинамики. У спортсменов с преобладанием автономной регуляции (III группа) корреляционные связи между этими показателями слабые, и число их меньше (рис. 74).

Следовательно, увеличение напряжения регуляторных систем ведет к повышению синхронизации различных функциональных систем, которая проявляется увеличением числа и силы корреляционных связей между показателями ВСР и гемодинамики.

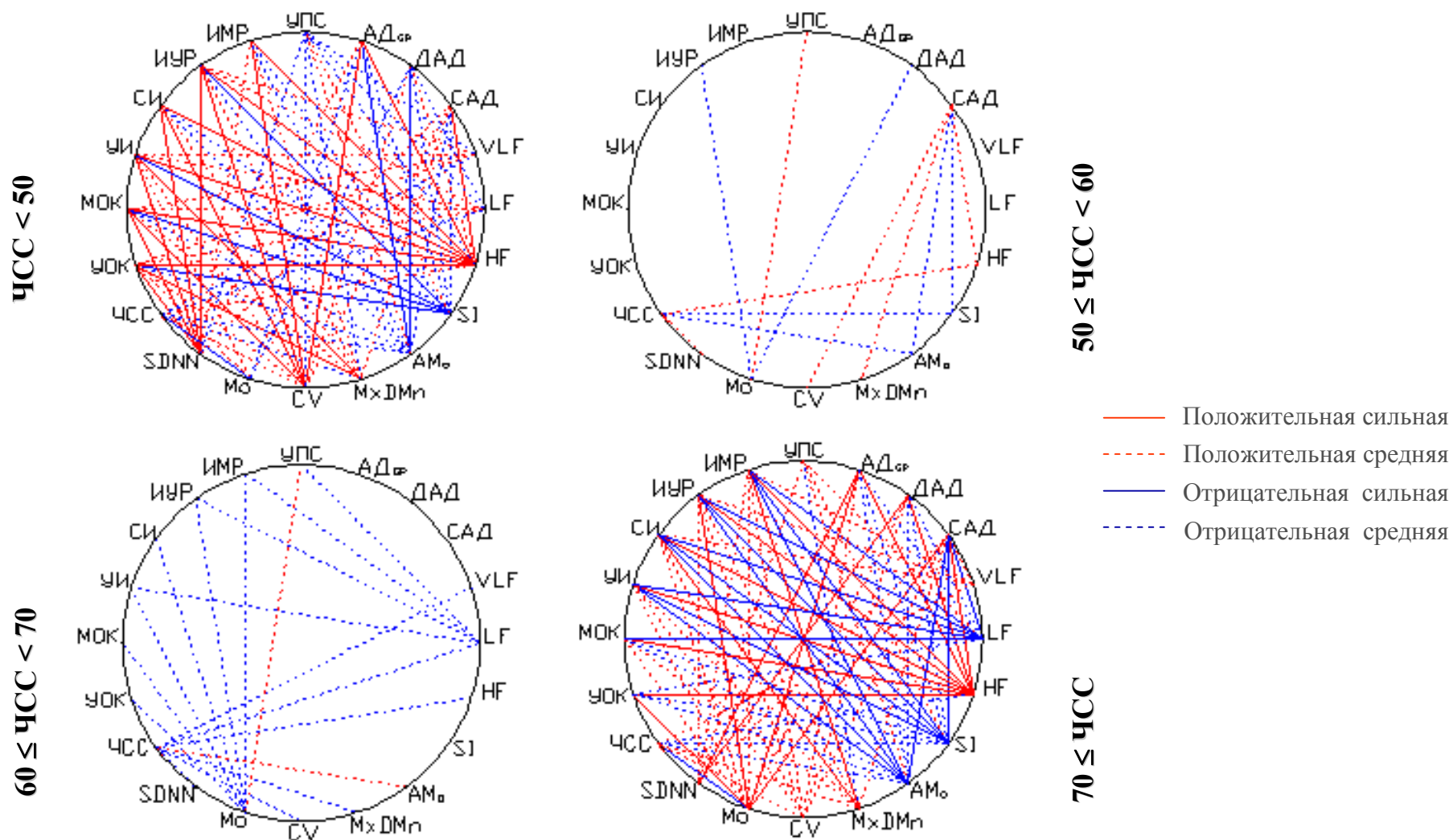


Рис. 73. Корреляционная зависимость показателей ВСП и параметров центральной гемодинамики у спортсменов, тренирующихся на выносливость с различной ЧСС в покое

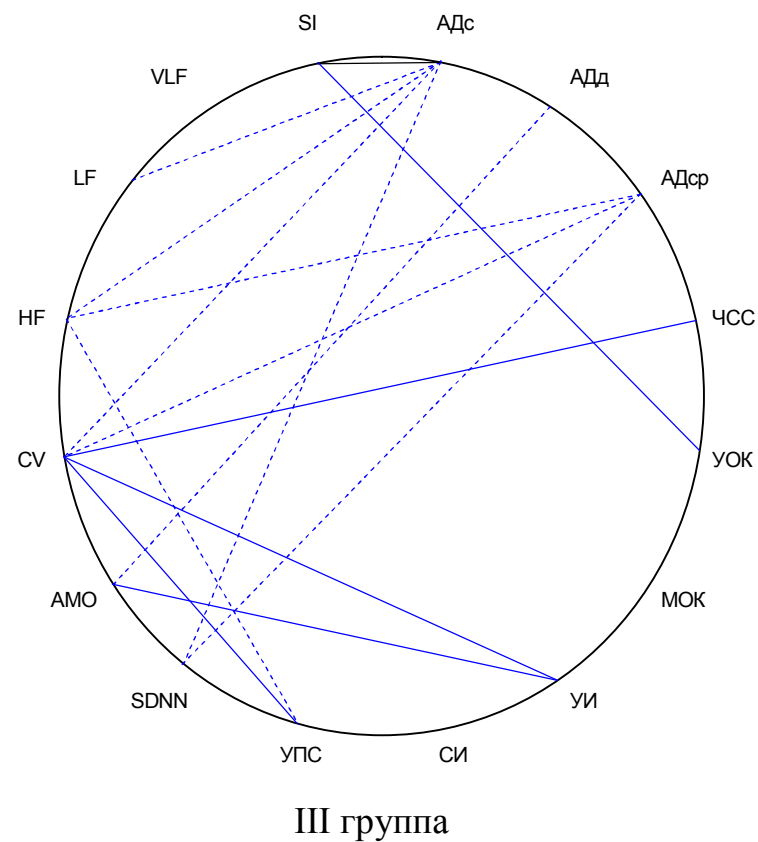
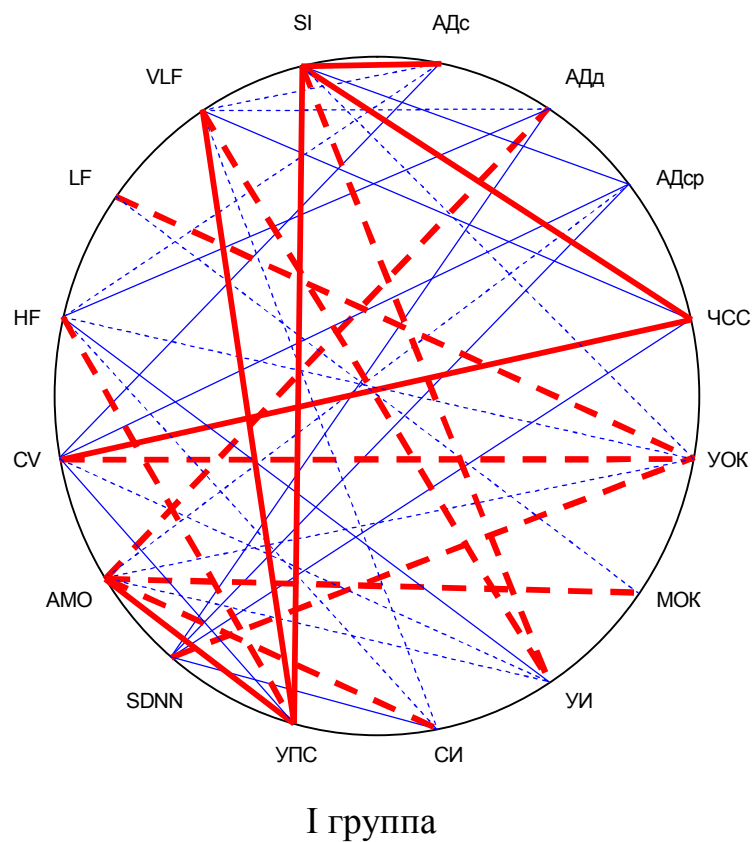


Рис. 74. Корреляционные связи показателей variability сердечного ритма и гемодинамики у футболистов с разными типами регуляции

I группа – умеренное преобладание центральной регуляции;
 III группа – умеренное преобладание автономной регуляции.

Рассмотрим особенности индивидуального портрета ВСР у спортсменов (КМС) в одном виде спорта (плавание), но с разными типами регуляции.

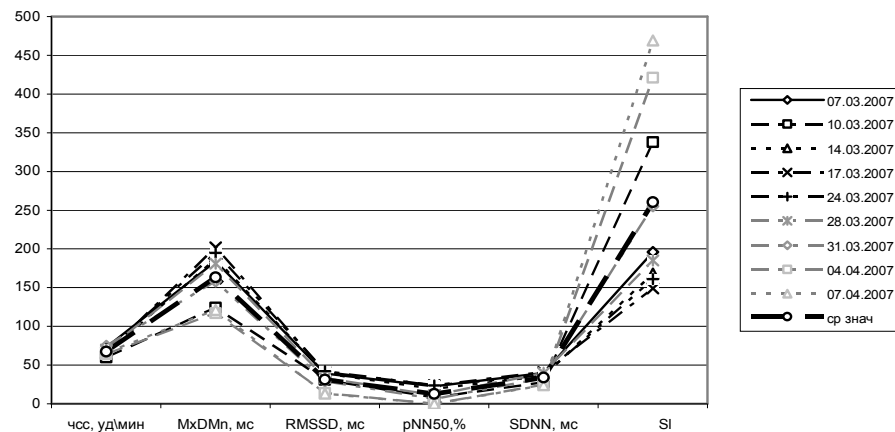
На рисунке 75 внизу представлены результаты динамических исследований ВСР у спортсменки, занимающейся плаванием, с неустойчивой регуляцией сердечного ритма в покое до тренировочных занятий. При динамических исследованиях ВСР регистрируется большой разброс в показателях ($MxDMn$, $RMSSD$, $pNN50$, SI , TP , HF , LF , VLF , ULF) при одной и той же ЧСС. Подобная динамика в показателях ВСР характерна для состояния перетренированности. В это время спортсменка не показывала высоких спортивных результатов и через полгода ушла из спорта.

У второго спортсмена (Б-ов) при динамических исследованиях четко прослеживается устойчивое выраженное напряжение в состоянии регуляции от начала к концу месячного цикла тренировочных занятий. На рисунке 75 вверху видно, что к концу тренировочного цикла нарастает SI , снижаются значения $R-R$, $MxDMn$, $RMSSD$, $pNN50$. Со стороны центрального контура нарастает напряжение (снижаются все показатели спектра). Это тот пример, когда выраженное преобладание центральной регуляции (II группа) является показателем способности тренированного организма длительное время (без поломок) выдерживать высокое напряжение регуляторных систем. Это состояние соответствует «пику» спортивной формы. На ближайших соревнованиях спортсмен показал высокие спортивные результаты и вошел в сборную команду России по плаванию.

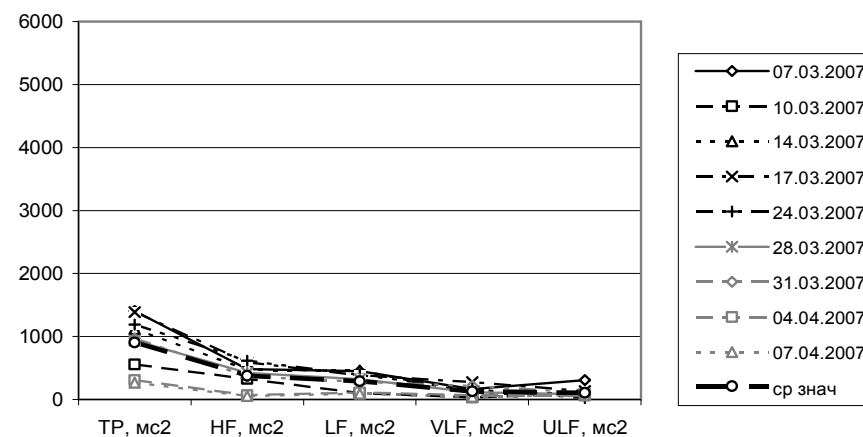
В спорте высоких достижений объем и интенсивность тренировочных нагрузок для спортсменов в каждом конкретном виде спорта ориентируются на современный уровень спортивных результатов, а не на функциональную готовность организма. К сожалению, это часто приводит к поломкам в состоянии регуляторных систем и развитию перетренированности.

В этой связи, у спортсменов высокого класса функциональное состояние организма нужно определять по типу регуляции. Маркером готовности к соревновательной деятельности является высокая степень напряжения регуляции без дизрегуляции.

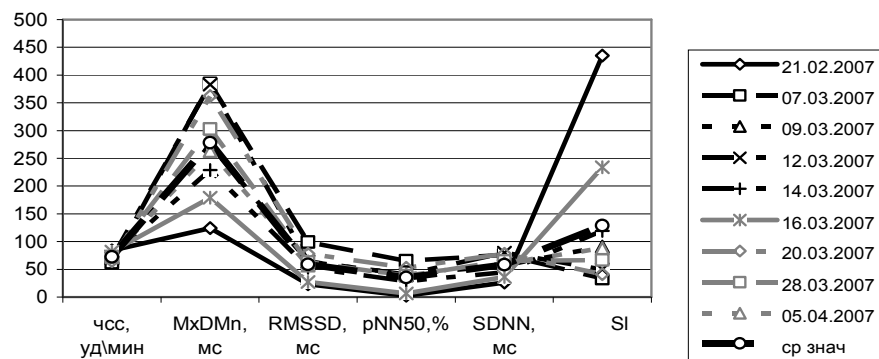
Б-ов, автономная регуляция



Б-ов, центральная регуляция



Н-ова, автономная регуляция



Н-ва, центральная регуляция

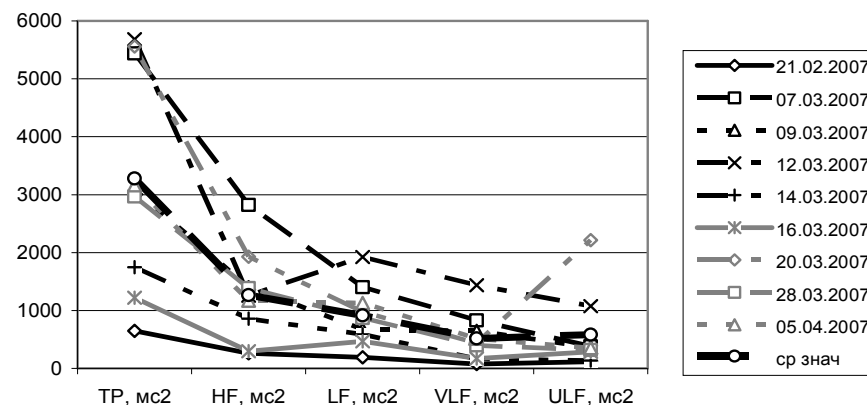


Рис. 75. Индивидуальный «портрет» ВСР у спортсменов-пловцов с устойчивой и неустойчивой регуляцией сердечного ритма в предсоревновательный тренировочный период

Поэтому выраженное преобладание центральной регуляции (II группа) в короткий предсоревновательный период у спортсменов высокого класса может быть «нормой», без которой невозможно достижение рекордов. Но в этом случае обязательно необходимо применение функциональных проб.

Однако, в послесоревновательный период функциональное состояние регуляторных систем должно соответствовать умеренному (III группа) или выраженному преобладанию автономной регуляции (IV группа) и подтверждаться высокими спортивными результатами.

Речь идет о том, что в разные периоды тренировочного процесса функциональное состояние регуляторных систем должно быть различным: умеренное или выраженное преобладание автономной регуляции в переходном периоде и выраженное преобладание центральной регуляции в соревновательном периоде. Подобный размах в состоянии регуляции есть результат долговременной адаптации регуляторных систем к систематическим тренировочным нагрузкам. Это также определяет степень готовности систем регуляции к соревновательной деятельности.

На этом основании можно сделать вывод, что типы регуляции (выраженное преобладание центральной или автономной регуляции (II и IV группы)), которые для детей и юных спортсменов являются неблагоприятными, для спортсменов высокого класса порой являются показателем «пика» спортивной формы (II группа) или высокой тренированности (IV группа). Однако чтобы выявить грань между «физиологическим» и «патологическим» проявлениями функционального состояния регуляции у спортсменов II и IV групп необходимо обязательное проведение функциональной пробы для исключения дисрегуляции. Кроме того, мощная «ударная» доза предсоревновательных тренировочных нагрузок у высококвалифицированных спортсменов должна базироваться на хорошей предварительной подготовке регуляторных и адаптивных систем к этим нагрузкам.

В конечном итоге, при занятиях спортом формируется индивидуальный характер долговременной адаптации организма к условиям тренировочного процесса. Формирование оптимальной адаптации в первую очередь напрямую зависит от индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем и типа реагирования на тренировочные нагрузки. Чем более совершенна и устойчива регуляция, тем выше уровень тренированности спортсменов.

Таким образом, наиболее полную информацию о состоянии регуляции можно получить с помощью изучения индивидуального портрета ВСР. Создание индивидуального портрета функционирования регуляторных систем по данным динамических исследований ВСР при занятиях спортом поможет тренеру, спортсмену и врачу вовремя определить наступающий процесс дизадаптации, возникновение перетренированности и на этой основе донозологических состояний. Эти данные ВСР позволят грамотно управлять тренировочным процессом и динамическим здоровьем спортсмена, а значит - его долголетием в спорте.

4.5. Особенности ВСР при исследовании ортоклиностатической устойчивости у спортсменов с разными типами регуляции

Повышенная работоспособность симпатического отдела вегетативной нервной системы имеет громадное значение для физиологической работоспособности человека и работоспособности всего аппарата кровообращения. Предел способности к спортивным достижениям определяется в значительной степени именно пределом функциональной способности симпатико-адреналовой системы (Ланг Г.Ф., 1938).

Ортоклиностатическая проба дает возможность изучить функциональные резервы вегетативной регуляции путем определения активности симпатического, парасимпатического отделов ВНС и центральных механизмов регуляции. В настоящее время придается большое значение ранней диагностике перетренированности и начальным стадиям дистрофии миокарда. Ортостатическая проба с одновременным определением функционального состояния симпатико-адреналовой системы позволяет диагностировать синдром перенапряжения сердца у спортсменов, несмотря на отсутствие изменений кардио- и гемодинамики в покое. Гиперреакция адренергической системы в ортостазе и снижение ее активности в восстановительном периоде свидетельствуют о синдроме перенапряжения сердца. Важное значение имеют раннее выявление дисфункций и своевременная коррекция вегетативных нарушений.

Нами проведен анализ ВСР при активной ортоклиностатической пробе у спортсменов с разными типами регуляции сердечного ритма.

На рисунках 76, 77 представлена сравнительная характеристика временного и спектрального анализа ВСР в покое и при проведении активной ортоклиностатической пробы у 60 спортсменов с разными преобладающими типами регуляции сердечного ритма (без учета специфики спорта).

Установлено, что, независимо от типа регуляции, при активной ортостатической пробе происходят качественно одинаковые сдвиги в показателях ВСР, характеризующие состояние автономного контура регуляции (уменьшаются значения R-R и MxDMn кардиоинтервалов, RMSSD, pNN50, SDNN и увеличиваются показатели AMo50 и SI). При этом снижение парасимпатической активности более выражено у спортсменов с преобладанием автономной регуляции, то есть в III, и особенно в IV группах, а увеличение симпатического воздействия (увеличение SI), наоборот, более значительно у спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции, особенно в I группе (рис. 76).

Таким образом, качество и выраженность реакции регуляторных систем у спортсменов при переходе в вертикальное положение тела зависит от типа регуляции. Оптимальной реакцией на ортостаз является реакция, когда в большей степени снижается мощность высокочастотных волн (HF), и в меньшей - мощность вазомоторных волн (LF). Этот вариант реакции встречается в основном у спортсменов III группы. Избыточной считается реакция, при которой в ответ на ортостаз имеется выраженное снижение дыхательных HF и вазомоторных LF волн. Этот вариант реакции характерен для спортсменов с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа). У спортсменов I и II групп с преобладанием центральной регуляции показатель HF снижается в меньшей степени, а суммарная мощность низкочастотных колебаний (LF) незначительно возрастает. Чем больше напряжённость центральных структур, тем менее выражена реакция на ортостаз (рис. 76).

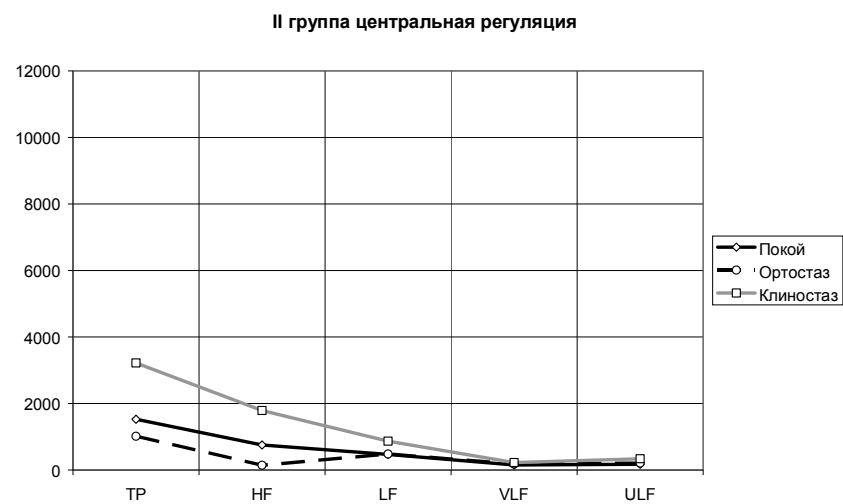
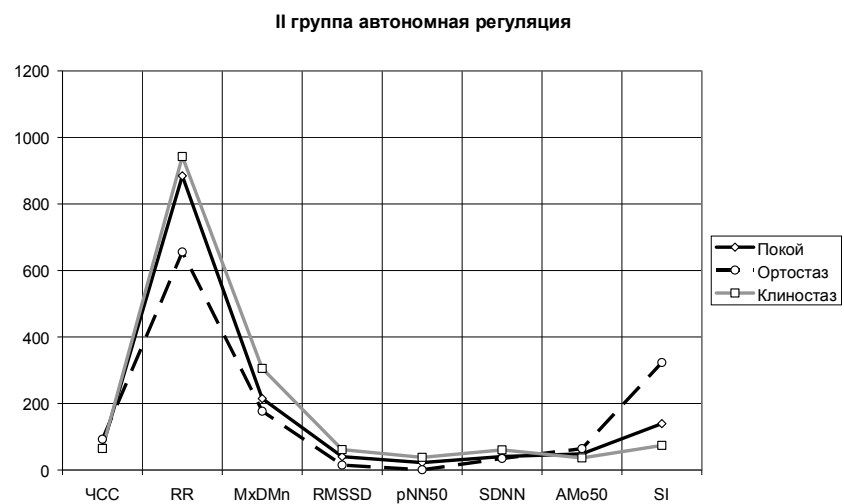
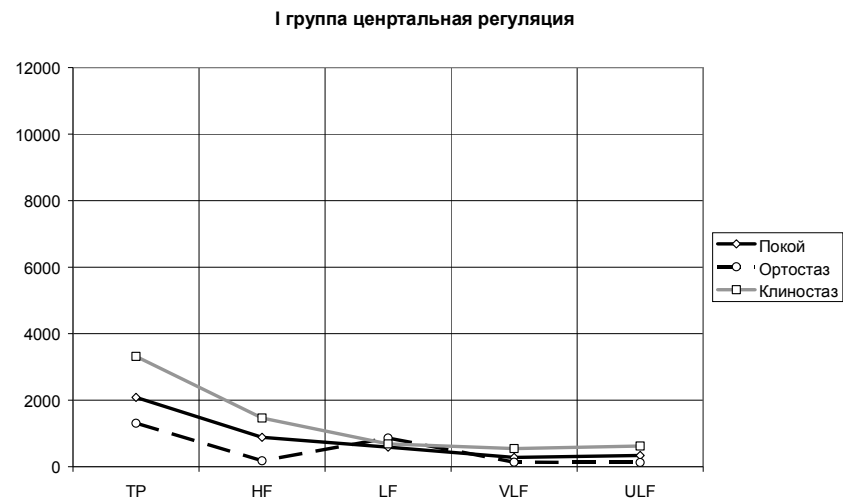
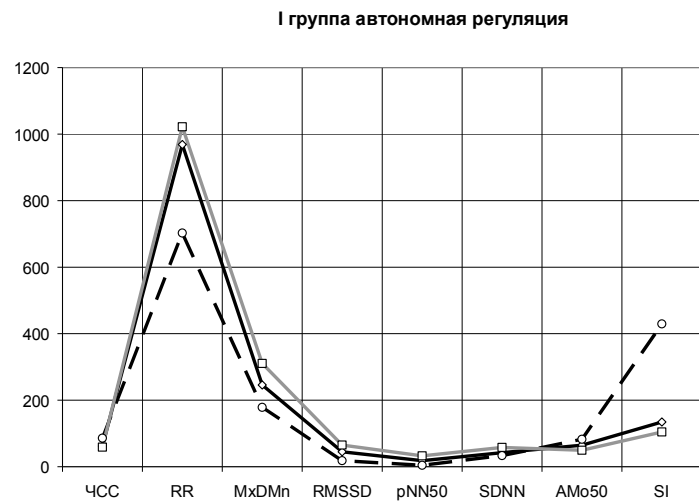


Рис.76. Особенности ВСП у спортсменов с умеренным (I группа) и выраженным (II группа) преобладанием центральной регуляции при ортоклиностатической пробе

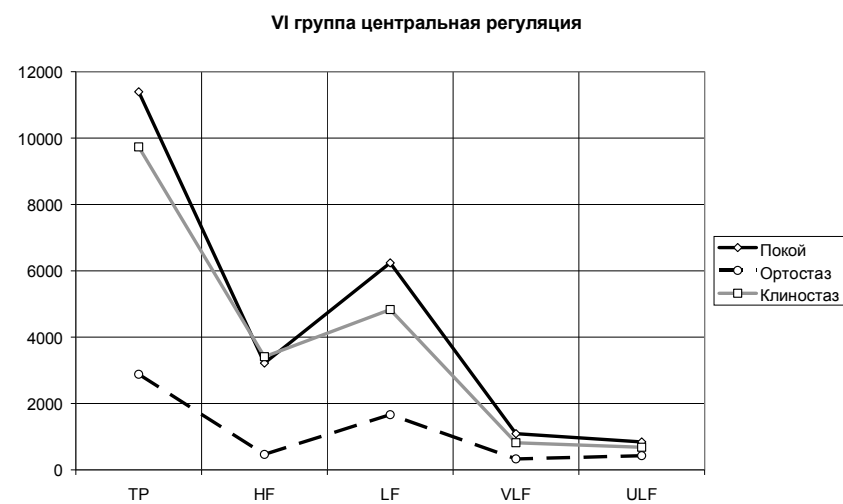
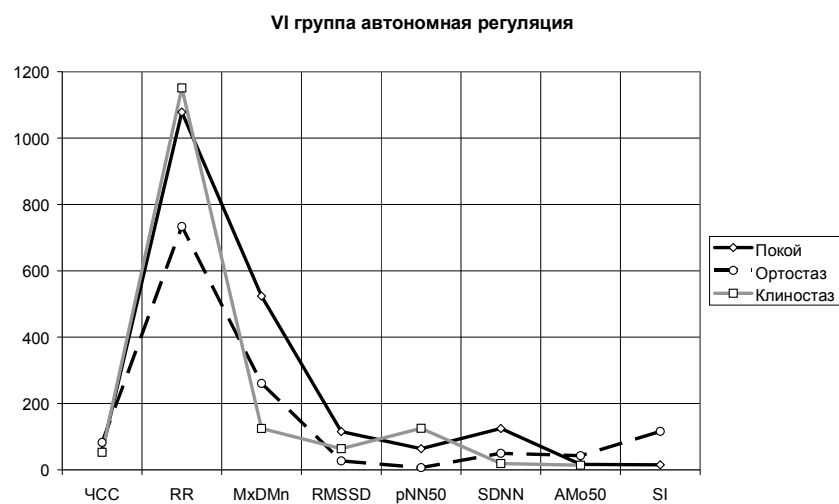
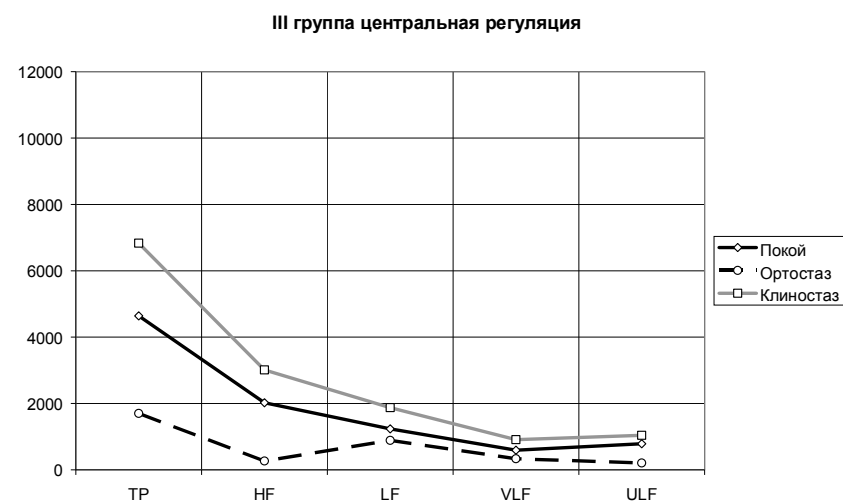
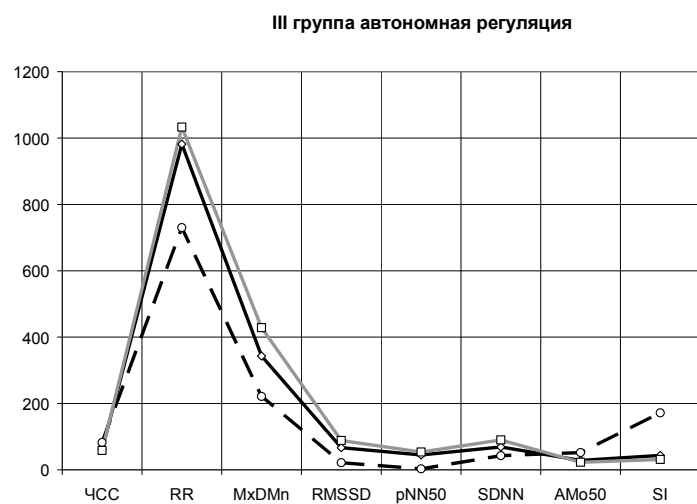


Рис.77. Особенности ВСР у спортсменов с умеренным (III группа) и выраженным (IV группа) преобладанием автономной регуляции при ортоклиностатической пробе

Таким образом, представленные данные анализа ВСР свидетельствуют о разной ортостатической устойчивости у спортсменов с разным преобладающим типом регуляции. У спортсменов с преобладанием центральной регуляции реактивность вазомоторного центра на ортостаз понижается, а у спортсменов с преобладанием автономной регуляции, напротив, – повышается. Нормальная ортостатическая устойчивость у спортсменов III группы свидетельствует о высоких функциональных и адаптивных возможностях организма. У спортсменов I и II групп вегетативная реактивность на пробу была сниженной, а в IV группе – чрезмерной (рис. 76, 77).

При переходе тела из положения «стоя» в положение «лежа» происходит сверхвосстановление временных и спектральных показателей ВСР у спортсменов в группах I, II и III, по сравнению с исходным фоном. У спортсменов IV группы с выраженным преобладанием автономной регуляции в клиностазе период восстановления в состоянии регуляторных систем затягивается (рис. 77). У спортсменов IV группы регистрируется недовосстановление значений $MxDMn$, $RMSSD$, $SDNN$, TP , LF , VLF , ULF (рис. 77). При этом особое внимание следует уделить показателям $R-R$ и $MxDMn$ кардиоинтервалов, так как выраженное уменьшение разброса $MxDMn$ кардиоинтервалов при нарастающей брадикардии является проявлением дизадаптации и ухудшения функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Необходимо подчеркнуть, что проведение клиностатической пробы особенно необходимо проводить у спортсменов IV группы.

Большое значение имеет ранняя профилактика дистрофии миокарда, вызванная чрезмерными физическими нагрузками у юных спортсменов. В связи с этим необходимо непрерывное совершенствование методов функциональной диагностики для выявления дисрегуляторных проявлений у юных спортсменов. Кирилловой Т.Г. (2009) проведен анализ ВСР при активной ортостатической пробе у 18 пловцов 11-летнего возраста с разными преобладающими типами регуляции сердечного ритма.

Данные анализа ВСР у юных спортсменов с преобладанием автономной (III группа) или центральной регуляции (II группа) представлены на рисунке 78.

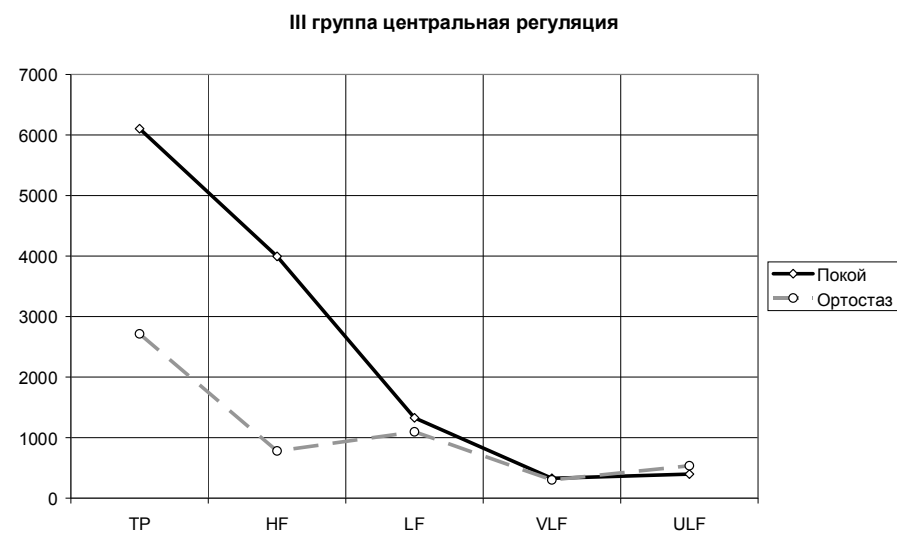
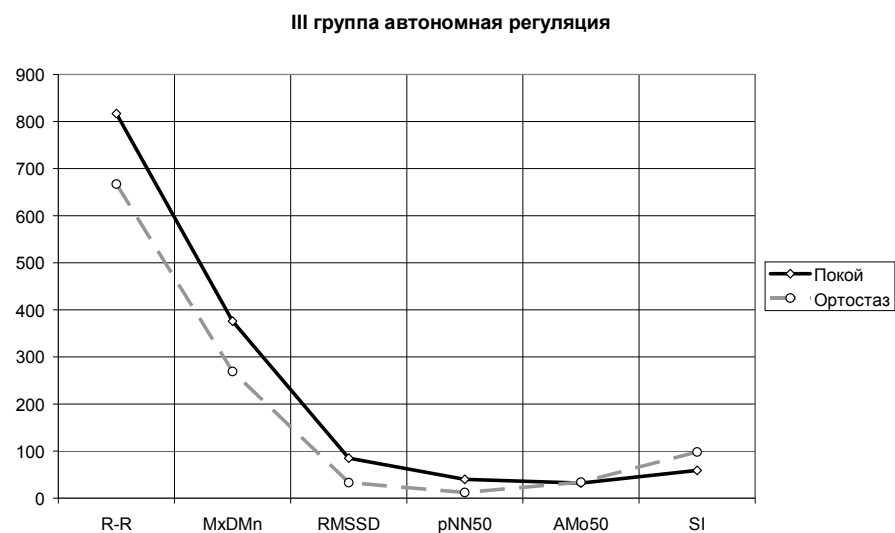
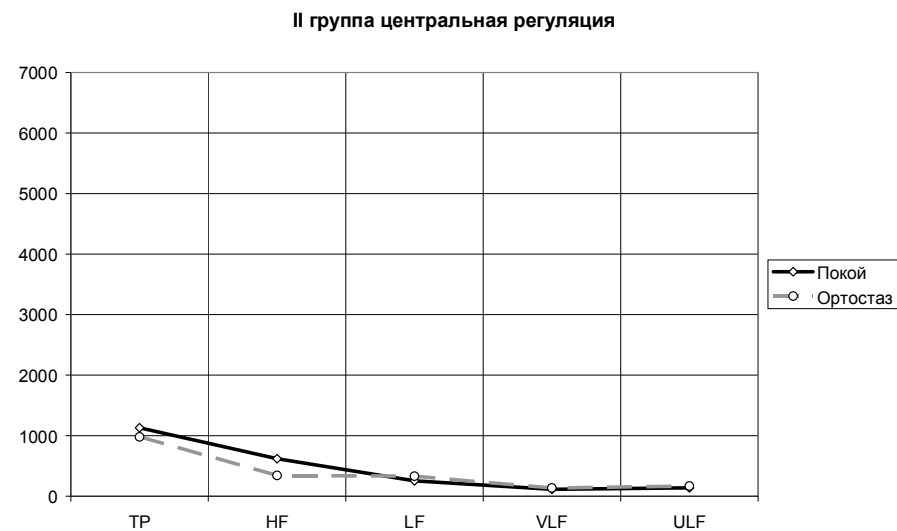
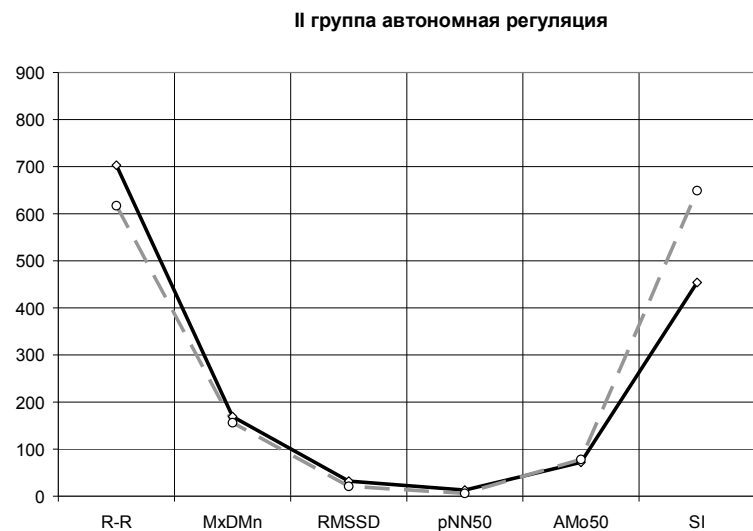


Рис. 78. Динамика временных и спектральных показателей ВСР у юных пловцов 11 лет с разными типами регуляции при ортостатическом тестировании

На рисунке наглядно показано, что у пловцов с преобладанием автономной регуляции (III группа) при переходе в положение «стоя» в большей степени снижается мощность высокочастотных компонентов (HF), и в меньшей – низкочастотных волн (LF), чем у пловцов с выраженным преобладанием центральной регуляции. Выраженность реакции и согласованность в работе обоих отделов ВНС и центральных структур регуляции при активной ортопробе указывает на высокие функциональные возможности организма у спортсменов этой группы, и наоборот, сниженная реактивность и дизрегуляция (снижается HF и возрастает показатель LF) у пловцов II группы является признаками выраженного утомления.

Индивидуальные особенности реактивности регуляторных систем можно проследить с помощью динамических исследований ВСР у трех юных гимнасток в течение одного микроцикла при применении активной ортостатической пробы до начала тренировки (рис. 79, 80, 81). На представленных рисунках видно, что у всех трех исследуемых имеется разная реактивность регуляторных систем на изменение положения тела. Анализ ВСР у гимнастки С.А. установил, что в покое во все дни исследований регуляторные системы носят неустойчивый характер, что указывает на нарушение гомеостаза, сниженные функциональные и резервные возможности организма (рис 79). Результаты неоднократного ортостатического тестирования у этой гимнастки выявили парадоксальную реакцию на изменение положения тела (незначительно увеличивается суммарная мощность спектра (TP), резко возрастает амплитуда VLF, при умеренном увеличении LF и незначительном снижении дыхательных волн (HF). Подобная реакция регуляторных систем на ортостаз свидетельствует о низкой вегетативной реактивности на фоне нарастающего утомления в течение недельного тренировочного микроцикла. При этом особое внимание нужно обратить на резко выраженную реактивность надсегментарных уровней регуляции (VLF волн). Это указывает на то, что отдельные звенья регуляторных систем, в частности надсегментарные (VLF) и вазомоторные (LF), чрезмерно активизируются в результате нарастающего утомления. На 5 день тренировки отмечается парадоксальная реакция на ортостатическое тестирование (рис. 79).

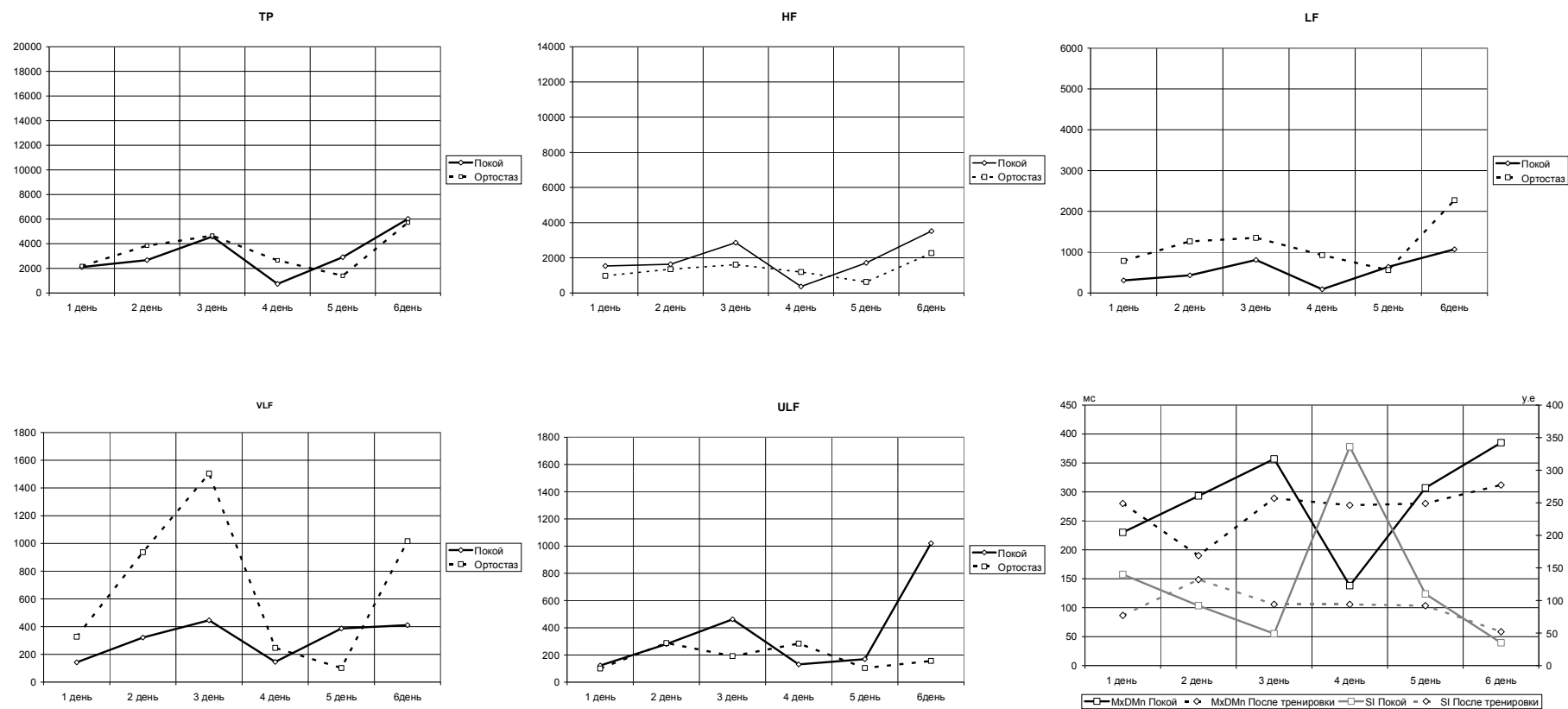


Рис. 79. Динамические исследования реактивности регуляторных систем на тренировочные занятия и ортостаз у гимнастки С.А. 8 лет в течение одного тренировочного микроцикла (по данным ВСР)

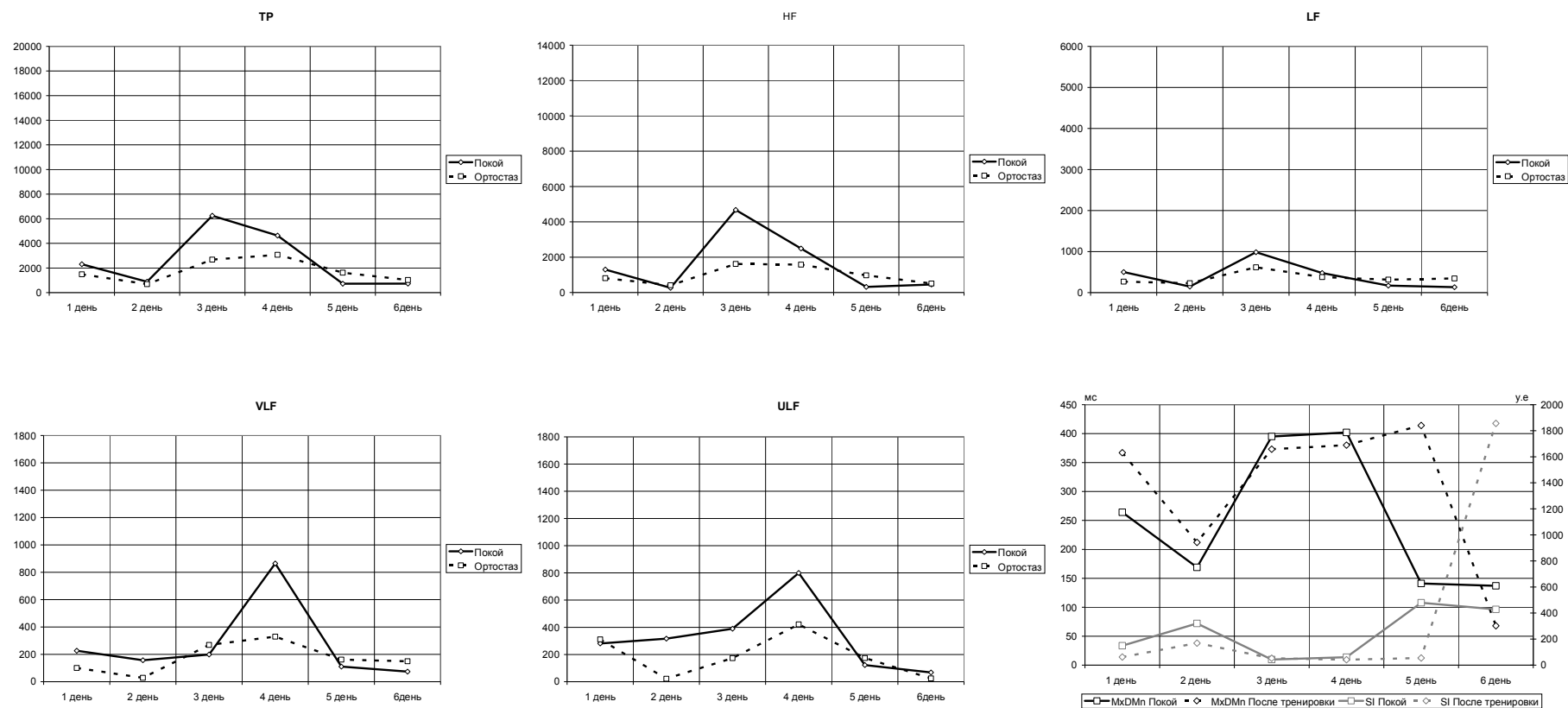


Рис. 80. Динамические исследования реактивности регуляторных систем на тренировочные занятия и ортостаз у гимнастки Х.И. 8 лет в течение одного тренировочного микроцикла (по данным ВСР)

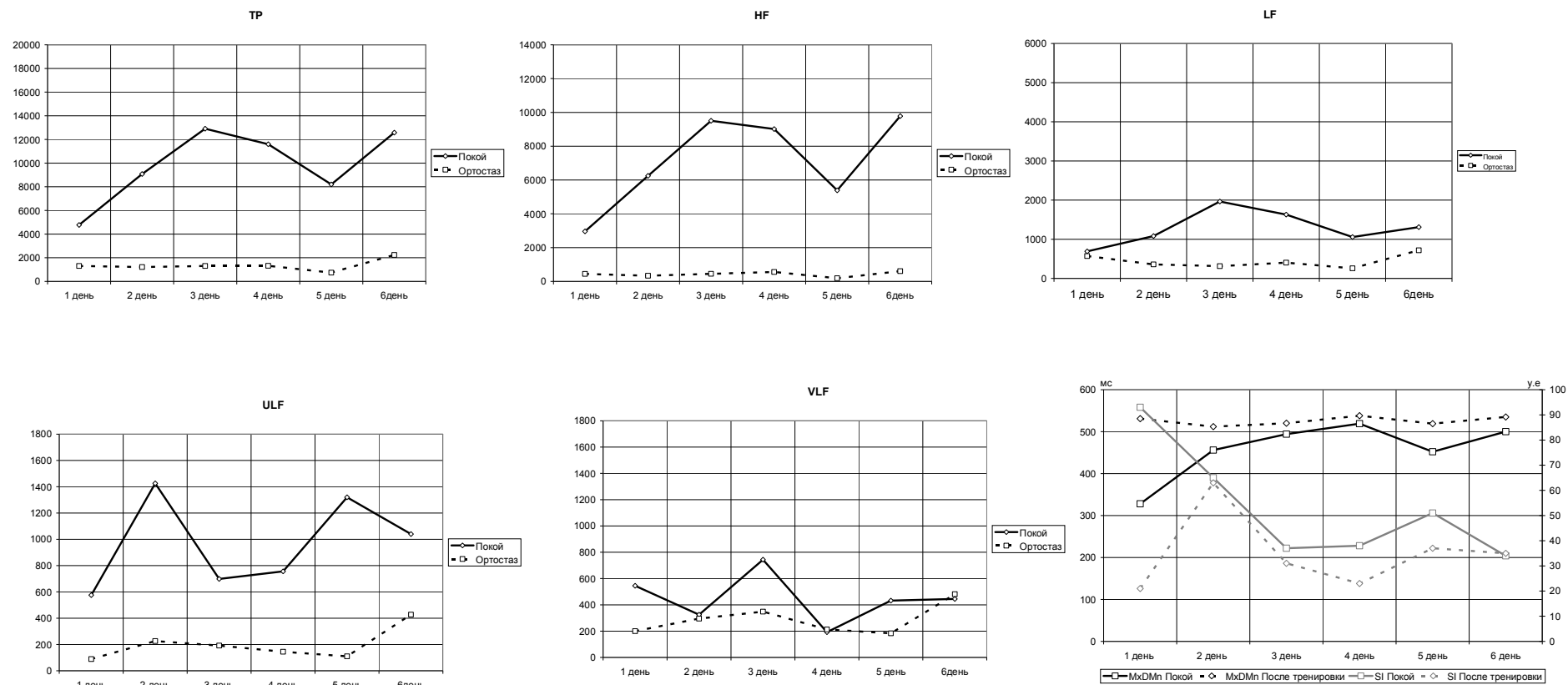


Рис.81. Динамические исследования реактивности регуляторных систем на тренировочные занятия и ортостаз у гимнастки М.А. 8 лет в течение одного тренировочного микроцикла (по данным ВСР)

У второй гимнастки Х.И. анализ ВСР в покое выявил выраженное напряжение регуляторных систем в 1, 2, 3, 5 и 6 дни исследований, что свидетельствует о выраженном утомлении спортсменки, особенно к концу тренировочного микроцикла (рис. 80). В ответ на ортостатическое тестирование реакция регуляторных систем была минимальной, а в конце недельного цикла – парадоксальной. Все это указывает на низкую ортостатическую устойчивость регуляторных систем и дизрегуляцию, особенно в конце недели. Это подтверждается нарастанием стресс-индекса (SI) в покое от 149 усл.ед. в начале микроцикла до 428 усл.ед. в конце. Тренер должен понимать, что ребенку 8-летнего возраста наряду с ежедневными тренировками, предстоят ежедневные занятия в школе, выполнение уроков дома. Ранняя спортивная специализация, увеличение тренировочных нагрузок, значительная психоэмоциональная напряженность предъявляют повышенные требования к детскому организму. Все это ведет к увеличению напряжения регуляции в течение недельного цикла, что требует серьезного внимания со стороны родителей, тренера и спортивного врача как фактор риска развития патологических изменений.

У третьей гимнастки М.А. при анализе ВСР выявлено умеренное преобладание автономной регуляции в начале микроцикла с переходом на выраженное преобладание автономной регуляции в конце недели (рис. 81). В отличие от двух предыдущих гимнасток у этой спортсменки отмечается чрезмерно выраженная реакция на ортостатическое тестирование, особенно на 3 и 4 день тренировки. Переход регуляции с умеренного преобладания автономной регуляции до выраженного является результатом форсирования тренировочных нагрузок, не соответствующих возрасту и функциональным возможностям организма. Так, суммарная мощность спектра (TP) в покое у этой девочки к концу недели резко выросла от 4771 мс² до 12600 мс² при снижении SI (от 93 до 30 усл. ед.) и резком увеличении размаха (MxDMn) кардиоинтервалов от 328 до 500 мс.

Вегетативный дисбаланс называют одной из причин развития перенапряжения сердца (Пагосян Ю.М., 1980; Макарова Г.А., 1999). В настоящее время установлено, что вегетативная дисфункция является фактором риска развития кардиомиопатии у спортсменов (Земцовский Э.В., 1995; Гаврилова Е.А., 2007).

В наших исследованиях у 20% взрослых спортсменов при ортостатическом воздействии встречалась парадоксальная реакция, кото-

рая чаще заключается в увеличении ЧСС, резком уменьшении разброса ($MxDMn$) кардиоинтервалов и SI, увеличении значений спектральной функции (TP, HF, VLF). Также при парадоксальной реакции могут встречаться различные сочетания количественных и качественных изменений временных и спектральных показателей ВСР.

Парадоксальная реакция отражает различные существенные нарушения в состоянии данных отделов регуляторных систем и не может интерпретироваться однозначно.

Приведем наглядный пример парадоксальной реакции на ортостаз: спортсмен - легкоатлет Г.В., мастер спорта (марафон) с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа). Этот спортсмен возобновил тренировки после длительного перерыва. На графике представлены данные ВСР в положениях лежа-стоя-лежа (табл. 34, рис. 82, 83).

Однако уже при визуальном анализе кардиоинтервалограмм и скатерограмм во всех трех положениях выявляются характерные признаки нарушения сердечного ритма и проводимости.

При фоновом исследовании ВСР у спортсмена со стороны автономного контура отмечается брадикардия, нормальные значения RMSSD, $pNN50$, SDNN, увеличенные показатели CC0 при сниженных показателях $AMo50$ и SI. При анализе показателей центрального контура регуляции выявлено, что абсолютные и относительные значения суммарной мощности спектра HF, LF, VLF и ULF волн имеют незначительные различия. При переходе в ортостаз увеличивается ЧСС, уменьшается R-R и увеличивается разброс ($MxDMn$) кардиоинтервалов, нарастает значение SDNN, резко уменьшаются показатели RMSSD и CC0 при неизменных значениях $AMo50$ и SI. Со стороны центральной регуляции увеличивается суммарная мощность спектра (TP), резко снижается активность дыхательных волн (HF) при неизменном состоянии вазомоторных волн (LF) и резком увеличении мощности «очень» низкочастотных волн спектра (VLF) (рис. 83). Выраженное снижение дыхательных волн и мощное включение надсегментарных отделов регуляции свидетельствуют о гиперадаптивной реакции. При этом резко возрастают значения ULF, LF/HF, VLF/HF и IC. Эти парадоксальные изменения в структуре ВСР при ортостазе можно визуально наблюдать на представленных графиках кардиоинтервалограммы и скатерограммы (рис. 82).

Результаты анализа ВСР при парадоксальной реакции на ор- токлиностаз у спортсмена-легкоатлета Г.В. (марафон) (IV группа)

Дата: 22.01.2008
 Время: 14:20
 Пол: муж.
 Возраст: 24
 Время записи: 00:05:00 00:05:00 00:05:00
 АД 110/65 130/85 120/80

Показатели	Фон	Стоя	Лежа
1. Частота пульса (ЧСС), уд./мин	55	73	50
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	1092	820	1192
3. Максимальное значение (Mx), мс	1333	1131	1399
4. Минимальное значение (Mn), мс	904	651	867
5. Разность Mx-Mn (MxDMn), мс	429	480	532
6. Отношение Mx/Mn (MxRMn)	1,47	1,74	1,61
7. RMSSD, мс	68	27	100
8. pNN50, %	44,9	6,3	62,8
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	83	95	94
10. Коэффициент вариации (CV), %	7,6	11,6	7,9
11. Дисперсия (D), мс ²	6904	9021	8794
12. Мода (Mo), мс	1045	796	1218
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	38,2	39,2	37,8
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	23,7	21,3	24,2
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	5,8	4,9	7,2
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0,846	0,879	0,848
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	17,03	4,94	17,11
18. Число аритмий (NArr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.8 (0)
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	26	28	19
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	6592,4	7294,9	9038,4
21. Суммарная мощность HF, мс ²	1706,5	164,8	2734,7
22. Суммарная мощность LF, мс ²	1722,4	1698,1	2609,0
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	1585,6	3427,8	1708,2
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	1577,9	2004,2	1986,4
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	50,90	5,43	42,75
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	66,43	78,45	96,49
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	160,68	493,56	371,92
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	425,11	348,53	267,36
29. Период Мах спектра HF, с	5,61	5,25	3,66
30. Период Мах спектра LF, с	12,20	15,75	6,97
31. Период Мах спектра VLF, с	60,25	51,20	53,89
32. Период Мах спектра ULF, с	85,34	93,09	102,40
33. Мощность HF, %	25,9	2,3	30,3
34. Мощность LF, %	26,1	23,3	28,9
35. Мощность VLF, %	24,1	47,0	18,9
36. Мощность ULF, %	23,9	27,5	22,0
37. LF/HF	1,02	10,30	0,95
38. VLF/HF	0,94	20,80	0,62
39. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	1,95	31,10	1,58

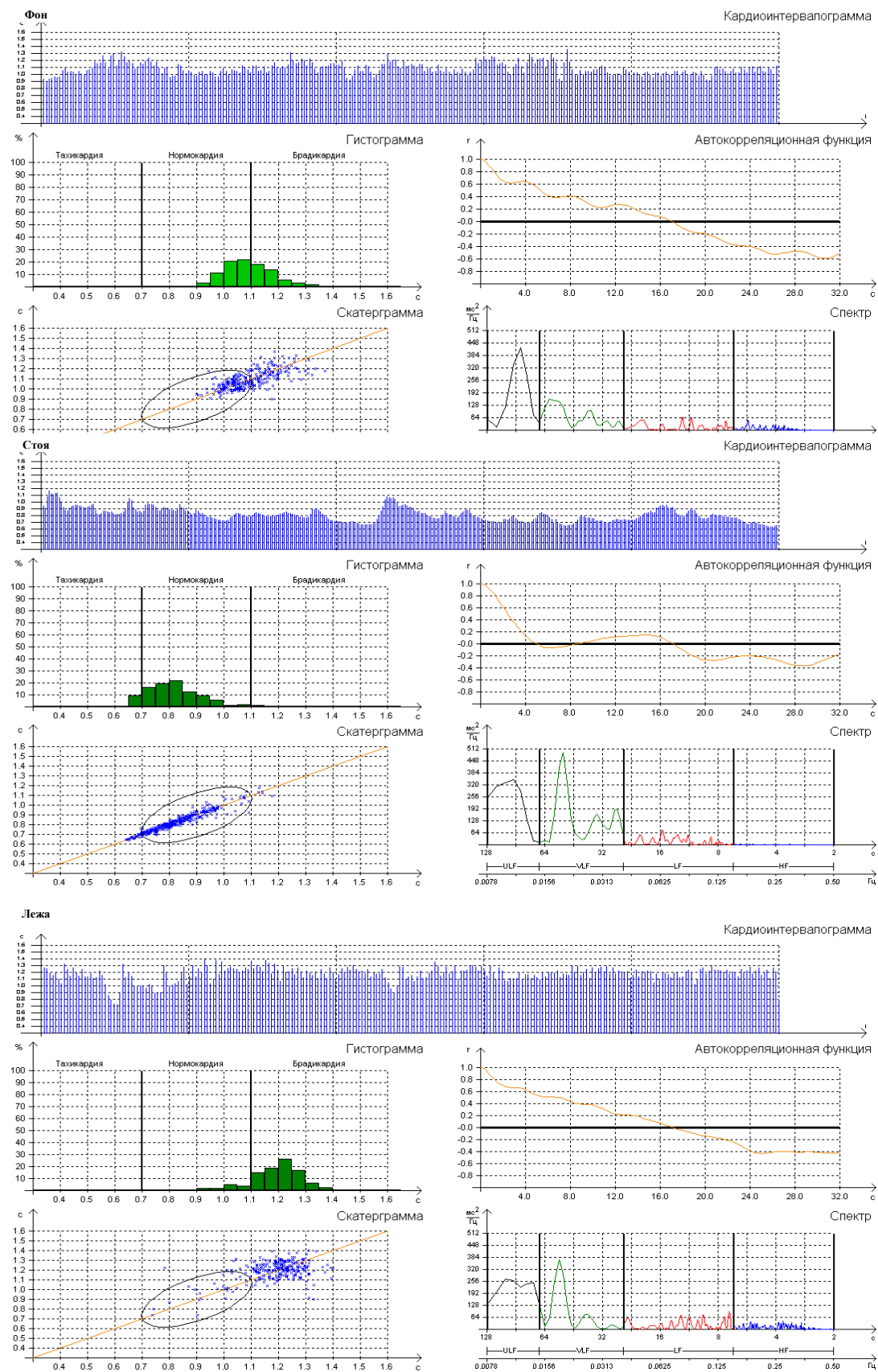


Рис. 82. Графическое отображение показателей ВСР при парадоксальной реакции на ортоклиностаз у спортсмена-легкоатлета (IV группа)

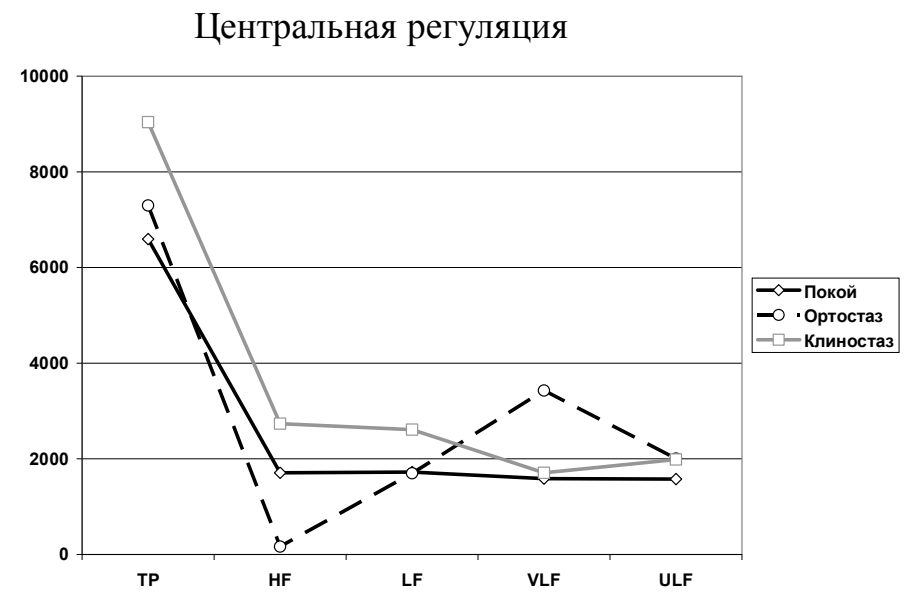


Рис. 83. Особенности реактивности регуляторных систем на ортоклиностатическую пробу у спортсмена-легкоатлета Г.В. (марафон) с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV группа)

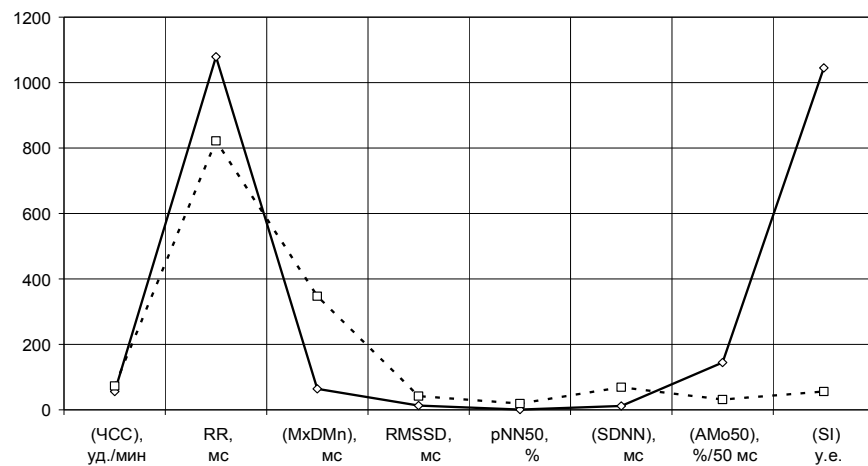
Непосредственно во время ортостатического тестирования регистрируются эпизоды резкого замедления синусового ритма, что указывает на состояние дисфункции синусового узла. Подобный тип реакции на ортостаз может указывать на неспособность отделов ВНС и центральных структур регуляции обеспечивать адаптацию ритма сердца к предъявляемым спортивным нагрузкам.

Результаты пробы показывают, что этот спортсмен рано приступил к тренировкам. При клиноостатическом тестировании отмечается сверхвосстановление ЧСС, временных и спектральных показателей ВСР (рис. 83).

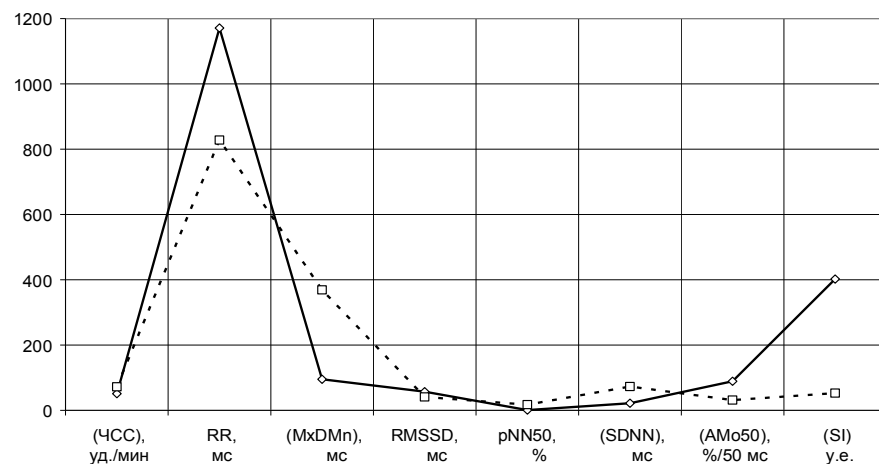
Парадоксальные реакции регуляторных систем на ортостаз можно встретить у спортсменов в состоянии перетренированности. В качестве иллюстрации мы приводим данные ортостатического тестирования у перетренированных спортсменов, занимающихся разными видами спорта. На рисунке 84 представлены данные ВСР при парадоксальной реакции на ортостатическое тестирование у спортсмена-лыжника К.М. (II группа). В результатах анализа ВСР, проведенных в разные дни у этого спортсмена, показано, что на фоне брадикардии отмечаются очень малые значения $MxDMn$, резко увеличены значения SI и снижены показатели волновой структуры спектра. При переходе в положение «стоя», наоборот, увеличивается разброс ($MxDMn$) кардиоинтервалов, снижается показатель SI и резко увеличиваются значения спектральной функции TP , HF , LF , VLf и ULF . При повторном проведении пробы реакция регуляторных систем была идентичной, но с еще большей активностью вазомоторных волн (LF) (рис. 85, 85 (a), 86, 86 (a)).

Автономная регуляция

18.12.2008

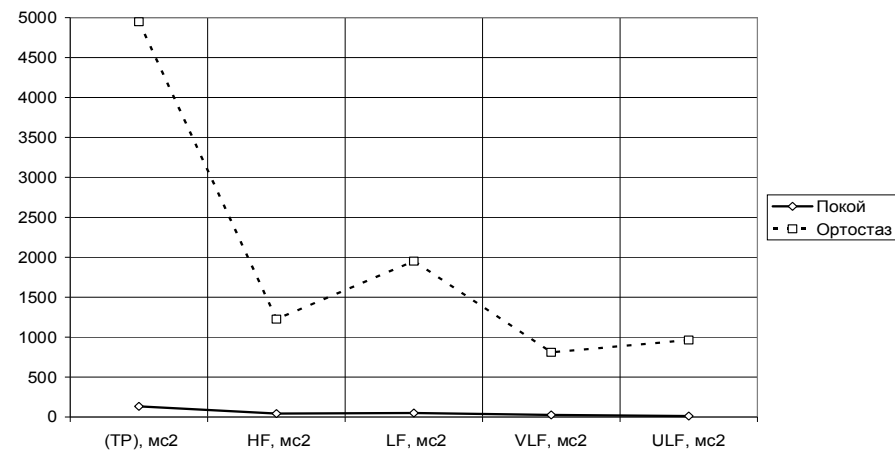


22.12.2008



Центральная регуляция

18.12.2008



22.12.2008

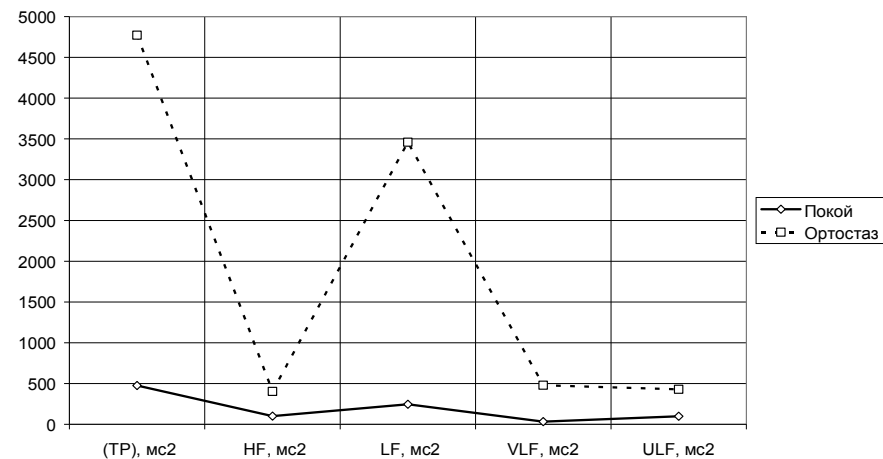


Рис. 84. Парадоксальная реакция ВСР на выполнение ортостатической пробы у спортсмена-лыжника К.М. при перетренированности (II группа)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый К М					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
18.12.2008	14:40	муж.	20	56	00:04:57

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд.мин	56	73	131.3
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	1079	822	76.2
3. Максимальное значение (Mx), мс	1111	1008	90.7
4. Минимальное значение (Mn), мс	1047	661	63.1
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	64	347	542.2
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.06	1.52	143.7
7. RMSSD, мс	13	42	327.7
8. pNN50, %	0.7	19.4	2656.5
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	12	69	585.4
10. Коэффициент вариации (CV), %	1.1	8.4	768.3
11. Дисперсия (D), мс ²	139	4748	3415.8
12. Мода (Mo), мс	1079	816	75.6
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	35.6	37	103.9
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	144.4	31.5	21.8
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	24.4	6.4	26.1
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.658	0.872	132.6
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	2.87	8.27	287.8
18. Число аритмий (NArr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.0 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	1045	56	5.3

Спектральный анализ

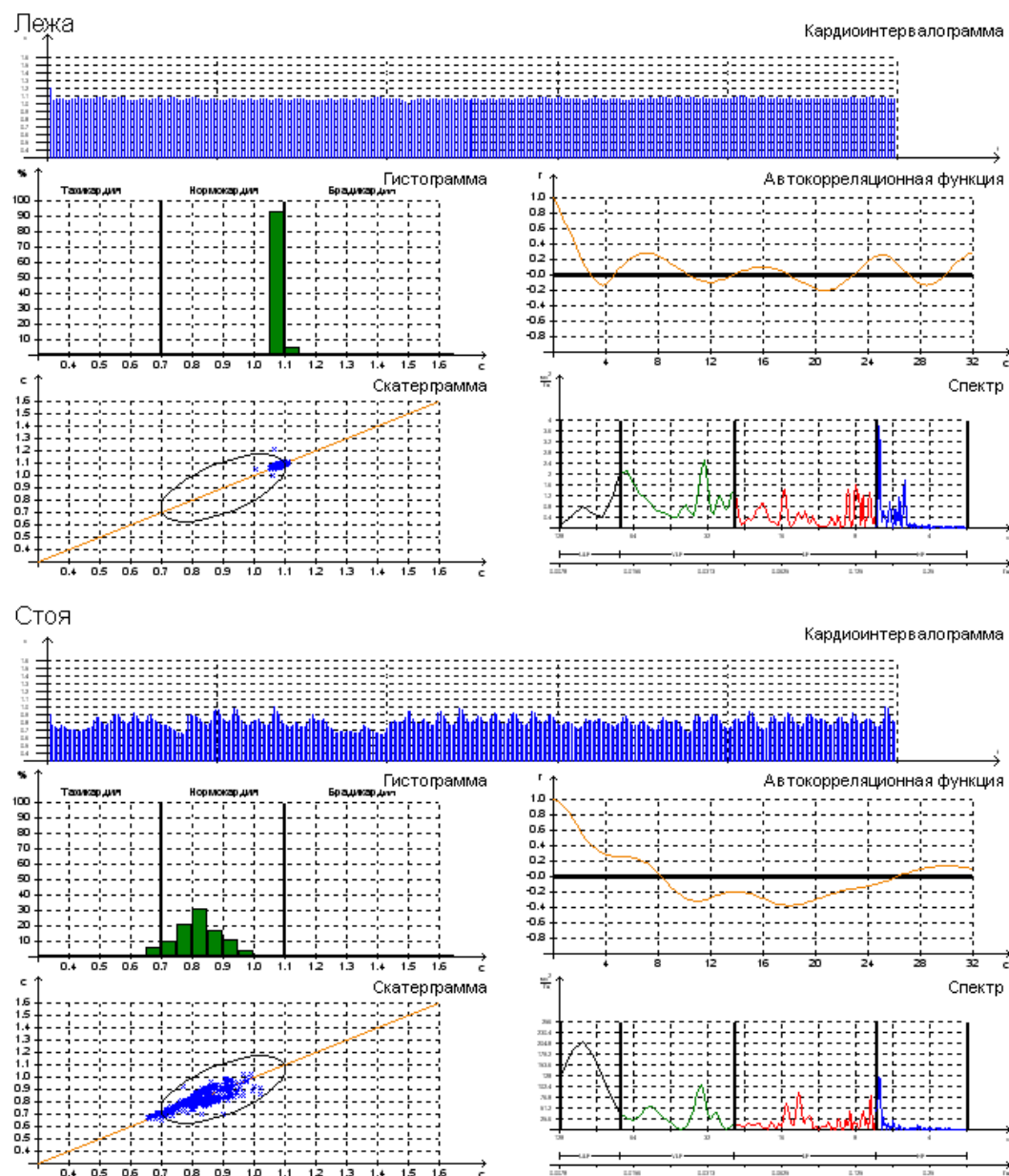
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	133.30	4947.53	3711.5
21. Суммарная мощность HF, мс ²	43.96	1224.17	2784.8
22. Суммарная мощность LF, мс ²	50.67	1951.47	3851.4
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	25.92	809.27	3122.6
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	12.76	962.62	7544.6
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	3.79	126.00	3325.8
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	1.59	87.47	5509.8
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	2.53	106.93	4223.8
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	2.50	206.79	8267.9
29. Период Мах спектра HF, с	6.40	6.40	100.0
30. Период Мах спектра LF, с	8.00	13.65	170.7
31. Период Мах спектра VLF, с	33.03	34.13	103.3
32. Период Мах спектра ULF, с	204.80	102.40	50.0
33. Мощность HF, %	36.5	30.7	84.2
34. Мощность LF, %	42.0	49.0	116.5
35. Мощность VLF, %	21.5	20.3	94.5
36. LF/HF	1.15	1.59	138.3
37. VLF/HF	0.59	0.66	112.1
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	1.74	2.26	129.4

Рис. 85. Результаты анализа ВСР парадоксальной реакции у перетренированного спортсмена-лыжника К.М при активной ортостатической пробе (II группа)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый К М

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
18.12.2008	14:40	муж.	20	56	00:04:57



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 85 (а). Графическое отображение результатов анализа ВСР у перетренированного спортсмена-лыжника К.М. при ортостатическом тестировании

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый К М					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
22.12.2008	11:39	муж.	20	51	00:04:58

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	51	72	141.5
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	1171	828	70.7
3. Максимальное значение (Mx), мс	1224	1080	88.2
4. Минимальное значение (Mn), мс	1129	711	63.0
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	95	369	388.4
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.08	1.52	140.1
7. RMSSD, мс	57	41	70.8
8. pNN50, %	0.8	17.6	2226.1
9. Среднее квадратич. отклонение (SDNN), мс	22	73	341.4
10. Коэффициент вариации (CV), %	1.8	8.9	482.9
11. Дисперсия (D), мс ²	462	5389	1166.5
12. Мода (Mo), мс	1165	797	68.4
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	36.6	42.1	114.9
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	89.1	31.4	35.3
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	16.1	7.5	46.6
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.696	0.773	111.1
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	2.59	2.83	109.2
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.0 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	402	53	13.3

Спектральный анализ

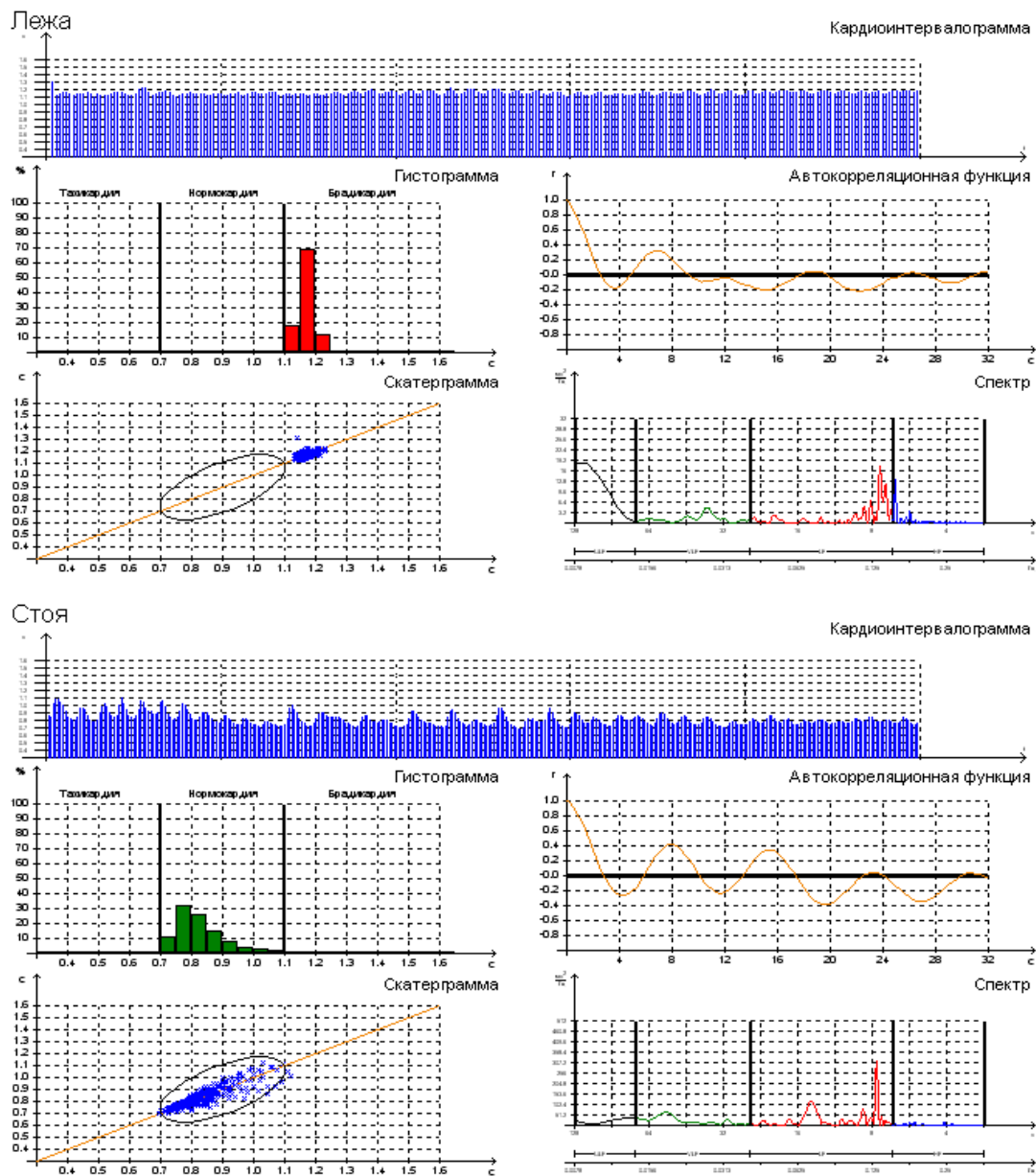
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	475.86	4771.00	1002.6
21. Суммарная мощность HF, мс ²	99.66	403.31	404.7
22. Суммарная мощность LF, мс ²	245.71	3459.76	1408.1
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	32.28	479.43	1485.4
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	98.21	428.50	436.3
25. Max высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	13.27	15.21	114.7
26. Max низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	17.34	311.45	1796.1
27. Max сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	4.73	66.20	1400.3
28. Max ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	18.33	84.20	459.4
29. Период Max спектра HF, с	6.44	5.36	83.2
30. Период Max спектра LF, с	7.47	7.70	103.0
31. Период Max спектра VLF, с	36.57	53.89	147.4
32. Период Max спектра ULF, с	128.00	170.67	133.3
33. Мощность HF, %	26.4	9.3	35.2
34. Мощность LF, %	65.1	79.7	122.5
35. Мощность VLF, %	8.5	11.0	129.2
36. LF/HF	2.47	8.58	347.9
37. VLF/HF	0.32	1.19	367.0
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	2.79	9.77	350.2

Рис. 86. Повторные результаты анализа ВСР у перетренированного спортсмена-лыжника К.М. при ортостатической пробе (II группа)
(парадоксальная реакция)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый К М

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
22.12.2008	11:39	муж.	20	51	00:04:58



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 86 (а) Графическое отображение результатов анализа ВСР у перетренированного спортсмена-лыжника К.М. при ортостатическом тестировании при повторном исследовании

На рисунках 87, 87 (а) представлена реакция на активную ортостатическую пробу у спортсмена-футболиста Ч.Н. с умеренным преобладанием центральной регуляции (I группа). При анализе временных характеристик ВСР в ответ на пробу установлено уменьшение R-R и увеличение разброса (MxDMn) кардиоинтервалов, уменьшение значений RMSSD, pNN50, AMo50 и SI. Подобные изменения в показателях ВСР указывают на снижение активности обоих отделов ВНС. При спектральном анализе ВСР выявлено увеличение LF и VLF волн при уменьшении HF и ULF компонентов. Это четко прослеживается визуально на кардиоинтервалограмме.

При переходе из положения стоя в положение лежа ЧСС снижается, при неизменном значении MxDMn, увеличивается RMSSD и AMo50, то есть одновременно повышается активность обоих отделов ВНС.

При анализе показателей спектральной мощности при переходе в клиностаз установлено выраженное сверхвосстановление суммарной мощности спектра (TP) и компонентов HF, VLF, ULF, особенно LF, по сравнению с исходным фоном. Следовательно, у этого спортсмена реакция на ортостаз является парадоксальной, а на клиностаз - резко выраженной (рис. 88, 88 (а)). Отмечается выраженное сверхвосстановление во временных показателях ВСР: ЧСС, R-R, MxDMn, RMSSD, pNN50 и снижение SI. Анализ показателей ВСР спектральной функции выявил в клиностазе сверхвосстановление TP и показателей спектральной функции (HF, LF, VLF и ULF) по сравнению с исходным уровнем. Нарушение вегетативной регуляции функционирования сердечно - сосудистой системы может определять как наличие, так и развитие патологии миокарда у спортсменов (Дембо А.Г., 1989; Земцовский Э.В., 1995; Asley E.A., 2006 и др.). Спортсмен прекратил тренировки.

Комплекс "Варикард"
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 22 Исследуемый Ч.Н.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
27.02.2008	13:33	муж.	20	61	00:04:59

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	61	81	132.3
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	984	744	75.6
3. Максимальное значение (Mx), мс	1078	909	84.3
4. Минимальное значение (Mn), мс	831	627	75.5
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	247	282	114.2
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.30	1.45	111.8
7. RMSSD, мс	44	26	58.2
8. pNN50, %	24.0	7.0	29.1
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	46	55	117.5
10. Коэффициент вариации (CV), %	4.7	7.3	155.4
11. Дисперсия (D), мс ²	2160	2982	138.1
12. Мода (Mo), мс	996	761	76.4
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	46.9	35.3	75.3
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	54.9	34	62.0
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	10.8	8.7	80.5
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.785	0.823	104.8
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	6.35	4.91	77.3
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.0 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	112	79	71.0

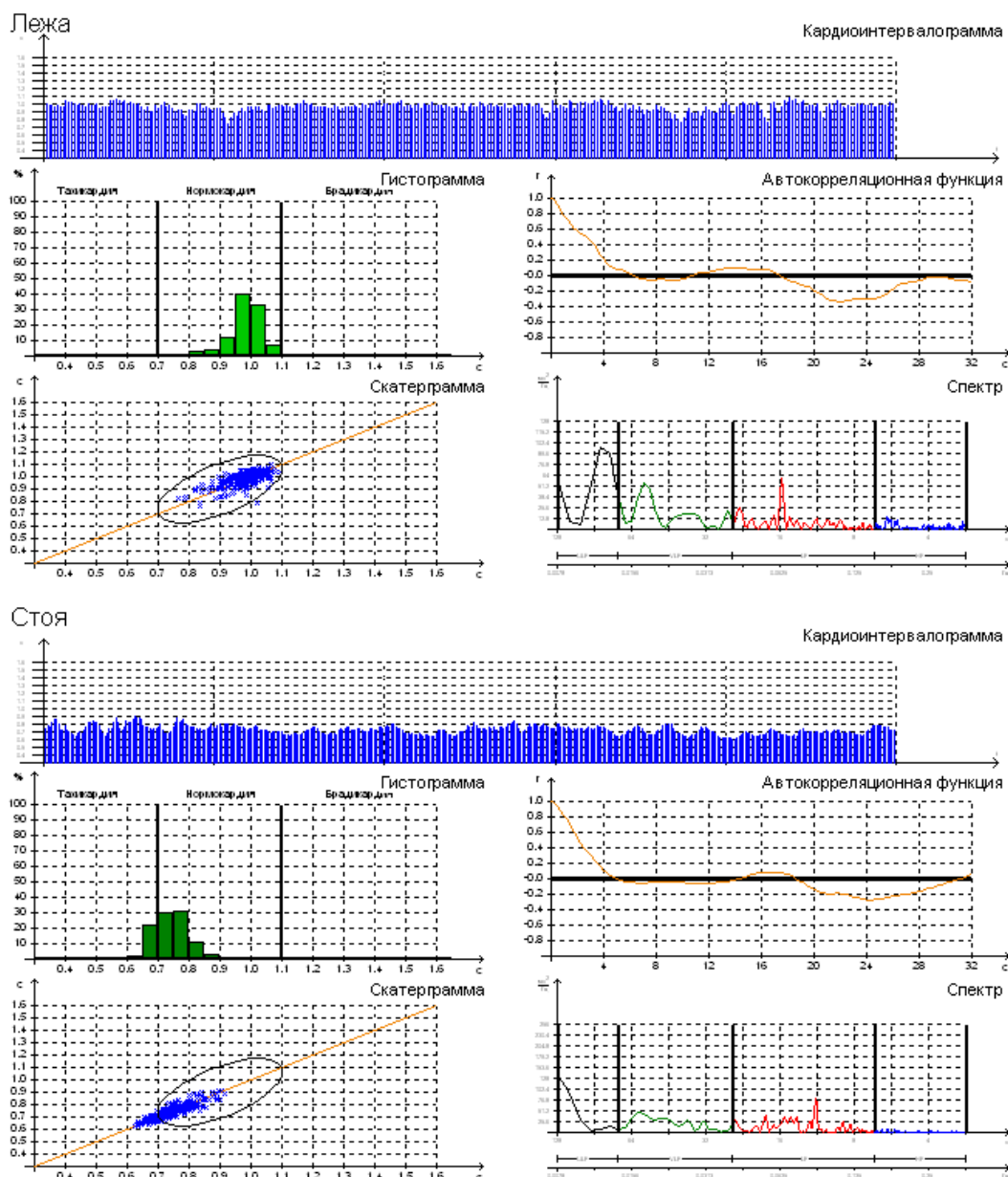
Спектральный анализ

20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	2378.61	2553.40	107.3
21. Суммарная мощность HF, мс ²	669.09	257.14	38.4
22. Суммарная мощность LF, мс ²	715.23	1267.73	177.2
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	380.66	483.79	127.1
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	613.64	544.74	88.8
25. Max высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	15.35	6.37	41.5
26. Max низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	60.34	79.62	132.0
27. Max сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	55.22	47.20	85.5
28. Max ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	99.43	137.17	138.0
29. Период Max спектра HF, с	5.89	5.89	100.0
30. Период Max спектра LF, с	15.75	11.51	73.0
31. Период Max спектра VLF, с	56.89	60.24	105.9
32. Период Max спектра ULF, с	146.29	128.00	87.5
33. Мощность HF, %	37.9	12.8	33.8
34. Мощность LF, %	40.5	63.1	155.7
35. Мощность VLF, %	21.6	24.1	111.7
36. LF/HF	1.07	4.93	461.2
37. VLF/HF	0.57	1.88	330.7
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	1.64	6.81	415.9

Рис. 87. Результаты анализа ВСР при парадоксальной реакции на активную ортостатическую пробу у спортсмена-футболиста (I группа)

Комплекс "Варикард" **РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

п 22 Исследуемый Ч.Н.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
27.02.2008	13:33	муж.	20	61	00:04:59



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 87 (а). Графическое изображение результатов анализа ВСР у спортсмена-футболиста Ч.Н.

Комплекс "Варикард"
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 22 Исследуемый Ч.Н.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
27.02.2008	13:38	муж.	20	59	00:04:59

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа
------------	------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	59
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	1010
3. Максимальное значение (Mx), мс	1138
4. Минимальное значение (Mn), мс	853
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	285
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.33
7. RMSSD, мс	49
8. pNN50, %	24.5
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	49
10. Коэффициент вариации (CV), %	4.9
11. Дисперсия (D), мс ²	2405
12. Мода (Mo), мс	1027
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	35.1
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	42.4
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	8.4
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.846
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	9.86
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	73

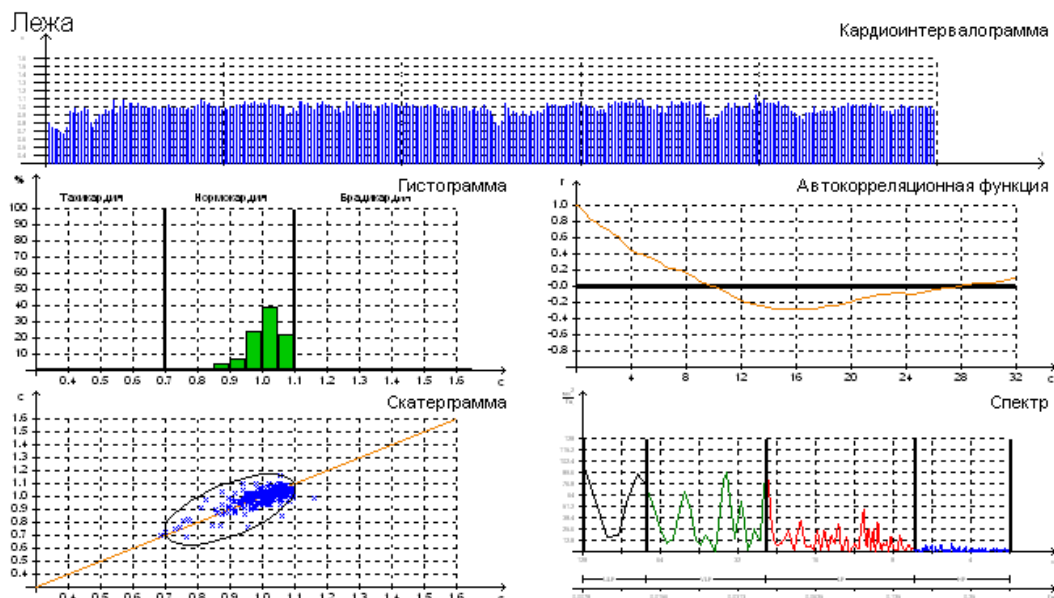
Спектральный анализ

20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	3649.36
21. Суммарная мощность HF, мс ²	632.46
22. Суммарная мощность LF, мс ²	1408.96
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	792.16
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	815.78
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	13.15
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	86.85
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	89.30
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	118.76
29. Период Мах спектра HF, с	2.57
30. Период Мах спектра LF, с	24.98
31. Период Мах спектра VLF, с	35.31
32. Период Мах спектра ULF, с	146.29
33. Мощность HF, %	22.3
34. Мощность LF, %	49.7
35. Мощность VLF, %	28.0
36. LF/HF	2.23
37. VLF/HF	1.25
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	3.48

Рис. 88. Результаты анализа ВСР при клиностазе у спортсмена-футболиста Ч.Н.

Комплекс "Варикард"
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 22 Исследуемый Ч.Н.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
27.02.2008	13:38	муж.	20	59	00:04:59



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 88 (а). Графическое отображение результатов анализа ВСР у спортсмена – футболиста Ч.Н. при клиностазе

Результаты динамического анализа ВСР при ортостатическом тестировании (индивидуальный портрет реактивности регуляторных систем) представлены на рисунках 89-93 у спортсмена-легкоатлета П.К. (бегуна) с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II группа). Этот спортсмен, согласно данным динамического анализа ВСР, перетренирован давно и требует серьезного клинического обследования. Однако он продолжает тренироваться.

Представленный индивидуальный портрет ВСР реактивности регуляторных систем, при выполнении ортостатического тестирования, наглядно указывает на устойчивую выраженную дискоординацию между автономной и центральной регуляцией сердечного ритма (парадоксальные реакции). Во все дни исследований в ответ на ортостаз отмечаются качественно одинаковые парадоксальные сдвиги: увеличивается ЧСС, уменьшаются значения R-R кардиоинтервалов, показателей ВСР. Наряду с этим увеличивается разброс $MxDMn$, нарастает активность парасимпатического отдела (увеличиваются значения SDNN, RMSSD), снижается активность симпатического отдела (уменьшаются $AMo50$, SI). Со стороны центральной регуляции на ортостаз также происходит парадоксальная реакция (увеличиваются значения TP, LF, VLF и ULF) (рис. 90-93).

Следовательно, признаки вегетативной дисфункции при динамических исследованиях в покое, ортоклиностатическая неустойчивость и снижение спортивных результатов позволяют выявить неблагоприятные тенденции в состоянии здоровья спортсменов в результате перетренированности.

Таким образом, данные исследования ВСР у спортсменов показали, что простота и доступность оценки ВСР делают этот метод незаменимым в работе тренера для оперативного контроля за переносимостью нагрузок и вероятностью развития патологического процесса.

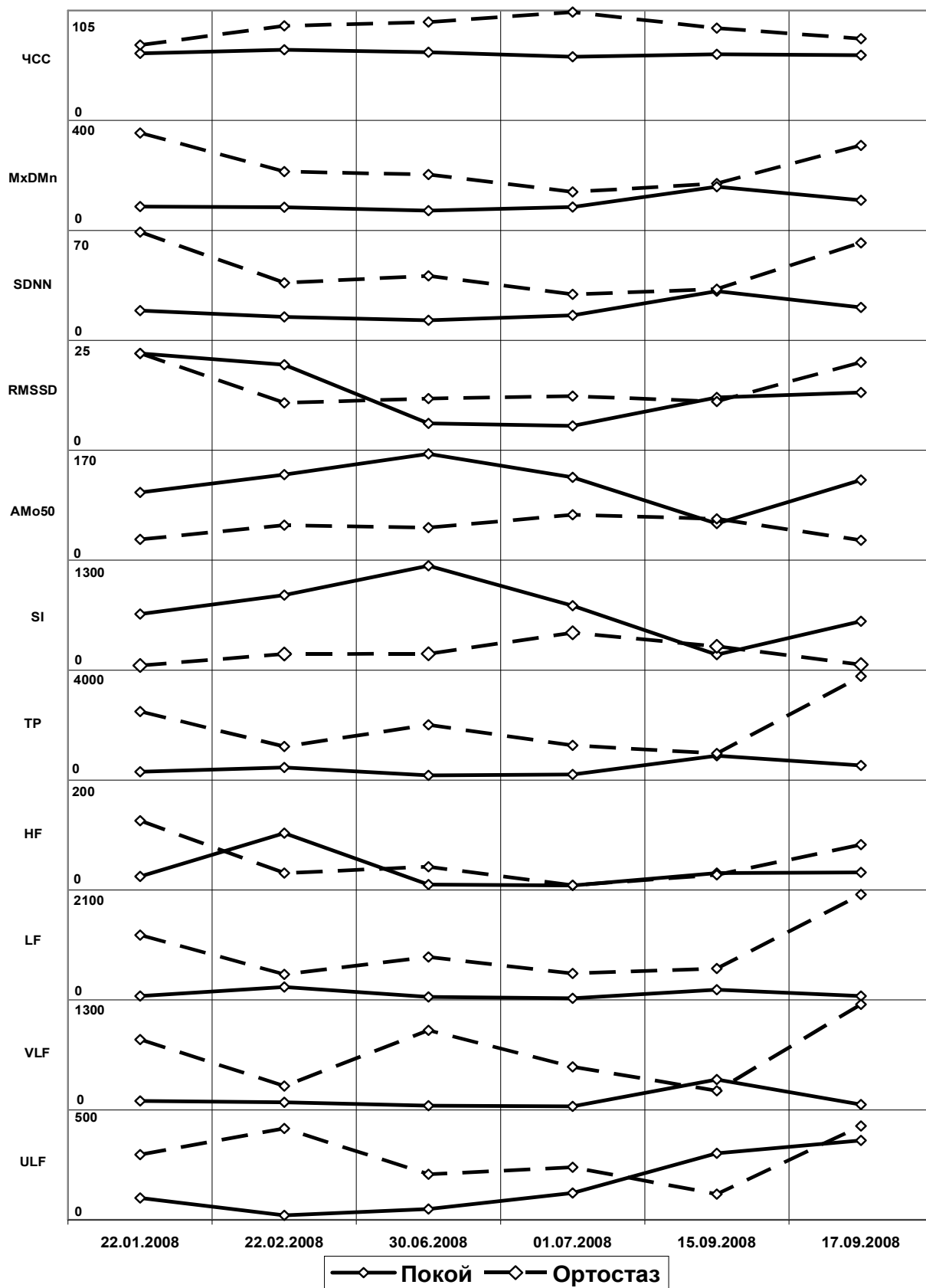


Рис. 89. Парадоксальная реакция на ортостазу перетренированного спортсмена-легкоатлета П.К. II группы по данным динамических исследований ВСР

Комплекс "Варикард"
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
30.06.2008	13:36	муж.	21	65	00:04:58

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	65	92	141.0
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	922	654	70.9
3. Максимальное значение (Mx), мс	950	814	85.6
4. Минимальное значение (Mn), мс	883	574	65.0
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	67	240	355.2
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.08	1.42	131.7
7. RMSSD, мс	6	12	193.3
8. pNN50, %	0.0	0.4	-
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	13	51	401.6
10. Коэффициент вариации (CV), %	1.4	7.8	566.3
11. Дисперсия (D), мс ²	163	2626	1611.0
12. Мода (Mo), мс	926	635	68.6
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	42.9	39.3	91.6
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	164.5	43	26.2
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	24.7	9.5	38.4
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.908	0.916	100.9
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	7.24	4.86	67.1
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.9 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	1317	141	10.7

Спектральный анализ

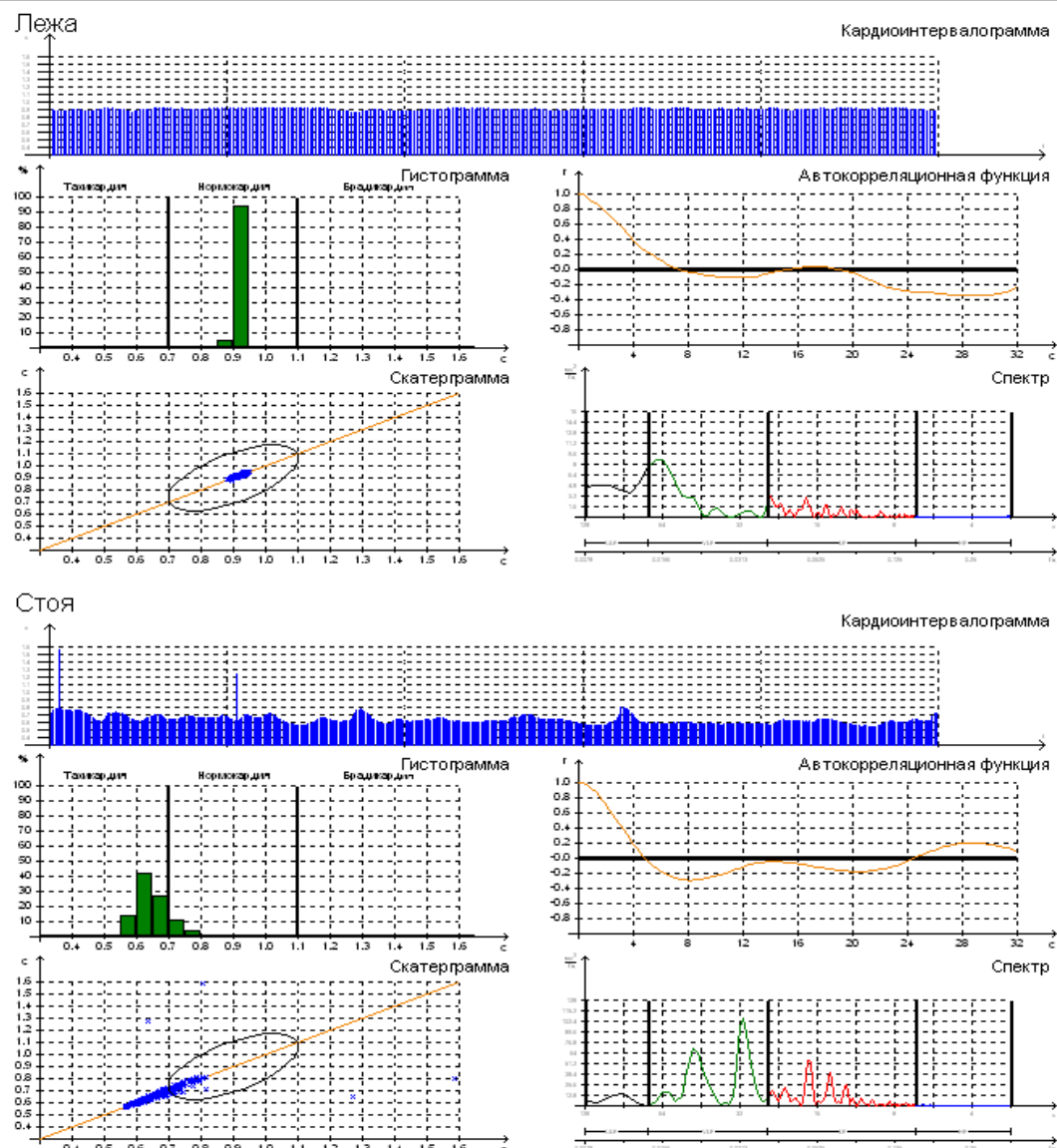
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	167.56	1805.53	1077.5
21. Суммарная мощность HF, мс ²	9.87	48.56	492.2
22. Суммарная мощность LF, мс ²	59.03	801.83	1358.4
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	49.42	807.94	1634.7
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	49.24	147.19	298.9
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	0.43	1.96	460.5
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	3.22	55.73	1728.4
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	8.76	106.33	1214.2
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	7.59	33.18	437.2
29. Период Мах спектра HF, с	2.80	6.65	237.7
30. Период Мах спектра LF, с	24.38	17.36	71.2
31. Период Мах спектра VLF, с	68.27	31.03	45.5
32. Период Мах спектра ULF, с	73.14	170.67	233.3
33. Мощность HF, %	8.3	2.9	35.1
34. Мощность LF, %	49.9	48.4	96.9
35. Мощность VLF, %	41.8	48.7	116.6
36. LF/HF	5.98	16.51	276.0
37. VLF/HF	5.01	16.64	332.1
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	10.99	33.15	301.6

Рис. 90. Результаты анализа ВСР при парадоксальной реакции на активную ортостатическую пробу у спортсмена-легкоатлета П.К. (II группа)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
30.06.2008	13:36	муж.	21	65	00:04:58



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 90 (а) Графическое изображение результатов анализа ВСР у спортсмена-легкоатлета П.К.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
01.07.2008	09:30	муж.	21	61	00:04:58

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	61	103	170.2
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	987	580	58.8
3. Максимальное значение (Mx), мс	1024	666	65.0
4. Минимальное значение (Mn), мс	945	526	55.7
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	79	140	177.2
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.08	1.27	116.8
7. RMSSD, мс	6	7	125.1
8. pNN50, %	0.0	0.0	-
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	16	29	185.7
10. Коэффициент вариации (CV), %	1.6	5.1	316.0
11. Дисперсия (D), мс ²	252	868	344.4
12. Мода (Mo), мс	987	569	57.6
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	34	37.5	110.5
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	128	69.9	54.6
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	21.1	11.9	56.2
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.939	0.952	101.4
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	12.03	18.06	150.2
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.0 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	821	439	53.4

Спектральный анализ

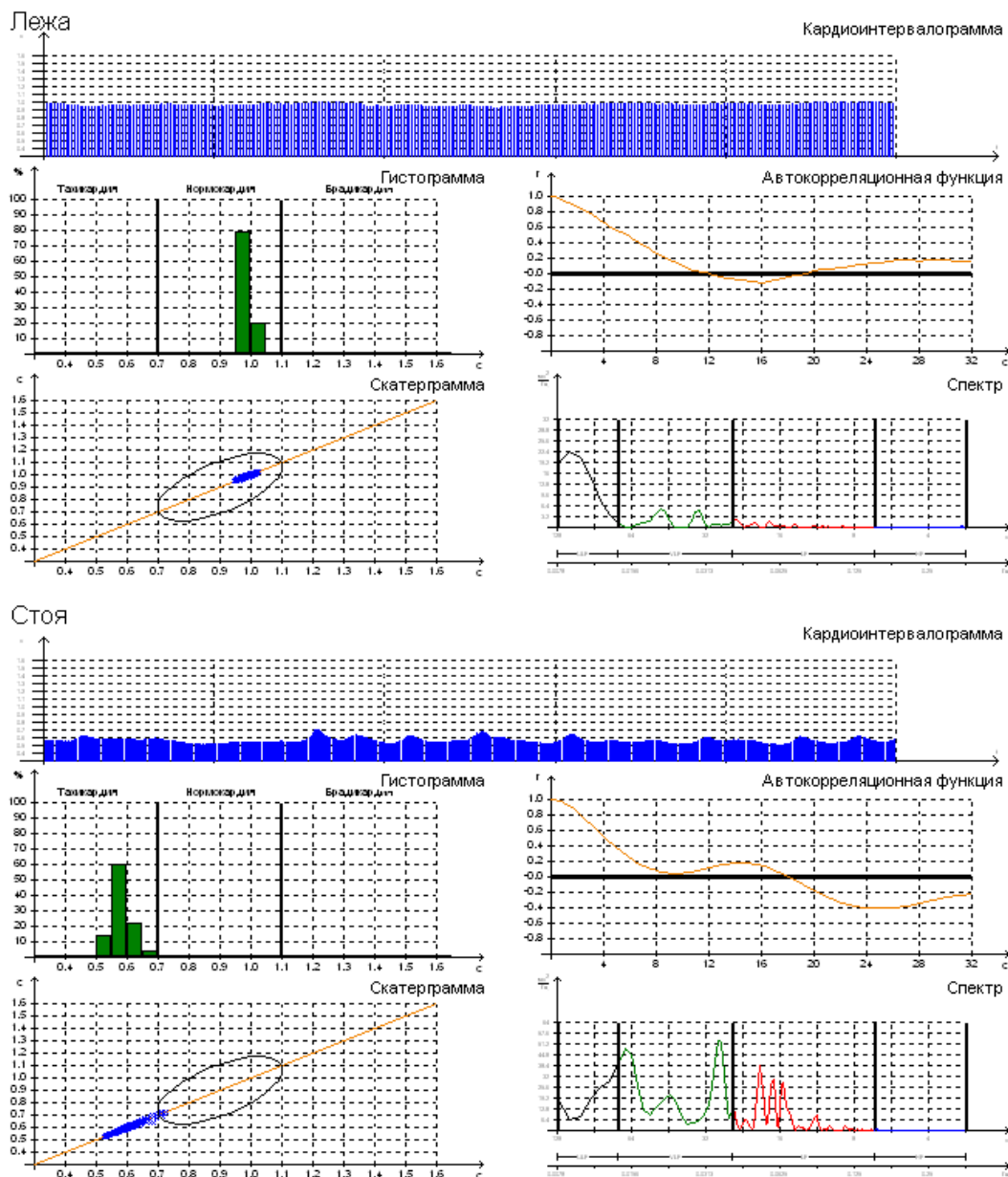
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	201.79	1266.15	627.5
21. Суммарная мощность HF, мс ²	8.11	8.74	107.7
22. Суммарная мощность LF, мс ²	30.64	508.39	1659.1
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	40.78	510.21	1251.3
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	122.25	238.80	195.3
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	0.56	0.58	103.4
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	2.50	38.56	1544.5
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	5.43	52.95	975.0
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	22.20	38.66	174.1
29. Период Мах спектра HF, с	2.91	6.52	224.2
30. Период Мах спектра LF, с	23.81	19.32	81.1
31. Период Мах спектра VLF, с	48.76	28.44	58.3
32. Период Мах спектра ULF, с	113.78	73.14	64.3
33. Мощность HF, %	10.2	0.9	8.3
34. Мощность LF, %	38.5	49.5	128.4
35. Мощность VLF, %	51.3	49.7	96.9
36. LF/HF	3.78	58.16	1540.1
37. VLF/HF	5.03	58.37	1161.5
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	8.80	116.54	1324.0

Рис. 91. Результаты анализа ВСР при парадоксальной реакции на активную ортостатическую пробу у спортсмена-легкоатлета П.К. (II группа)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
01.07.2008	09:30	муж.	21	61	00:04:58



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 91 (а). Графическое изображение результатов анализа ВСР у спортсмена-легкоатлета П.К.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
15.09.2008	13:34	муж.	21	63	00:04:10

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	63	88	140.1
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	953	680	71.4
3. Максимальное значение (Mx), мс	1004	780	77.7
4. Минимальное значение (Mn), мс	852	610	71.6
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	152	170	112.2
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.18	1.28	108.6
7. RMSSD, мс	22	65	297.6
8. pNN50, %	0.8	1.4	182.4
9. Среднее квадратич. отклонение (SDNN), мс	30	33	109.6
10. Коэффициент вариации (CV), %	3.1	4.8	153.5
11. Дисперсия (D), мс ²	883	1061	120.2
12. Мода (Mo), мс	971	668	68.8
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	32.7	39.6	121.1
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	61	64.2	105.2
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	12.5	12.7	101.5
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.861	0.889	103.2
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	10.57	3.99	37.8
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	0.9 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	207	283	136.4

Спектральный анализ

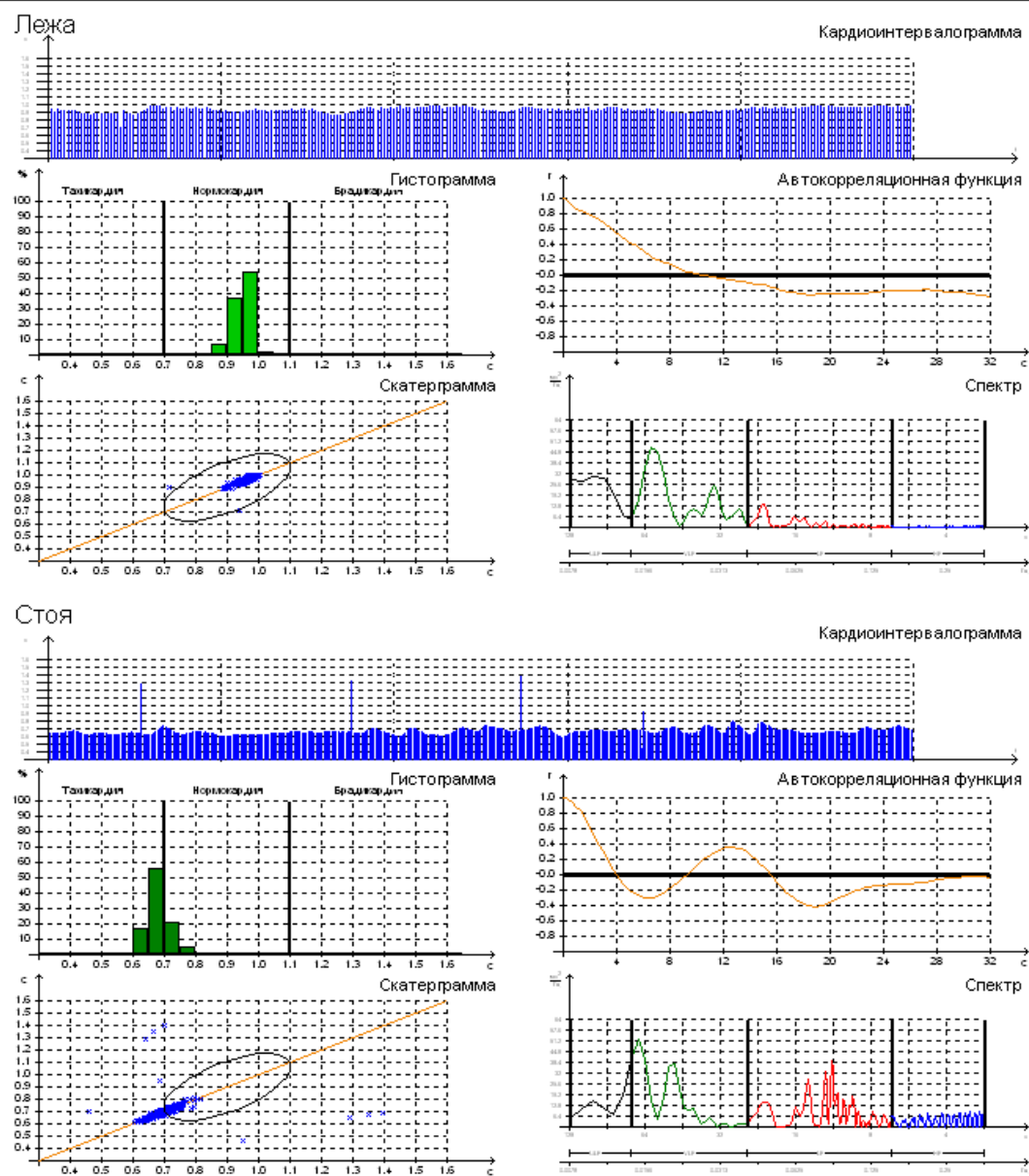
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	909.17	2639.26	290.3
21. Суммарная мощность HF, мс ²	101.13	1376.02	1360.6
22. Суммарная мощность LF, мс ²	187.06	855.60	457.4
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	381.09	281.78	73.9
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	239.89	125.86	52.5
25. Max высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	2.67	9.91	371.5
26. Max низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	13.65	39.23	287.5
27. Max сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	47.18	51.95	110.1
28. Max ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	31.75	39.70	125.1
29. Период Max спектра HF, с	2.79	2.83	101.4
30. Период Max спектра LF, с	21.79	11.51	52.8
31. Период Max спектра VLF, с	60.24	68.27	113.3
32. Период Max спектра ULF, с	146.29	73.14	50.0
33. Мощность HF, %	15.1	54.7	362.3
34. Мощность LF, %	27.9	34.0	121.8
35. Мощность VLF, %	56.9	11.2	19.7
36. LF/HF	1.85	0.62	33.6
37. VLF/HF	3.77	0.20	5.4
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	5.62	0.83	14.7

Рис. 92. Результаты анализа ВСР при парадоксальной реакции на активную ортостатическую пробу у спортсмена-легкоатлета П.К. (II группа)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
15.09.2008	13:34	муж.	21	63	00:04:10



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 92 (а). Графическое изображение результатов анализа ВСР у спортсмена-легкоатлета П.К.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
17.09.2008	12:09	муж.	21	62	00:04:58

Основные параметры вариабельности сердечного ритма

Показатели	Лежа	Стоя	С/Л, %
------------	------	------	--------

Статистический и автокорреляционный анализ

1. Частота пульса (ЧСС), уд. мин	62	78	124.8
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	962	771	80.2
3. Максимальное значение (Mx), мс	1001	967	96.6
4. Минимальное значение (Mn), мс	891	658	73.8
5. Разность Max-Min (MxDMn), мс	110	309	280.9
6. Отношение Max/Min (MxRMn)	1.12	1.47	130.8
7. RMSSD, мс	13	20	151.1
8. pNN50, %	0.3	1.6	505.4
9. Среднее квадратич. отклонение (SDNN), мс	21	62	293.6
10. Коэффициент вариации (CV), %	2.2	8.0	366.4
11. Дисперсия (D), мс ²	441	3807	863.3
12. Мода (Mo), мс	972	746	76.7
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	48.2	34.7	71.9
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	123.8	30.7	24.8
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	20.9	8.7	41.5
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.745	0.903	121.2
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	4.58	4.68	102.1
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.0 (0)	1.5 (0)	-
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	579	67	11.5

Спектральный анализ

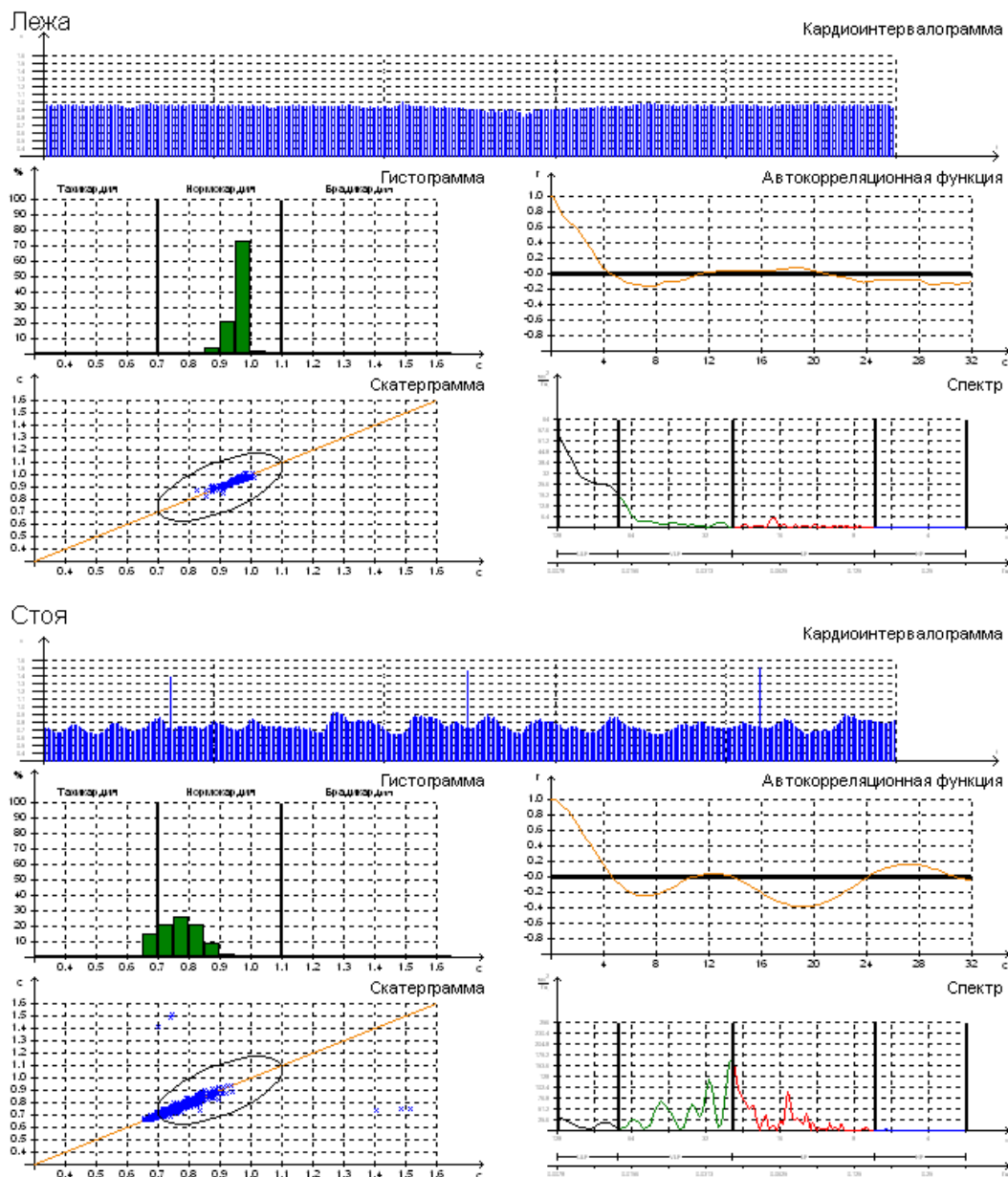
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	534.20	3771.56	706.0
21. Суммарная мощность HF, мс ²	32.26	82.58	256.0
22. Суммарная мощность LF, мс ²	76.46	2015.01	2635.3
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	64.02	1247.22	1948.3
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	361.46	426.74	118.1
25. Max высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	0.85	2.66	313.6
26. Max низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	5.69	168.08	2952.7
27. Max сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	14.05	161.29	1148.2
28. Max ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	59.24	97.27	164.2
29. Период Max спектра HF, с	2.54	5.95	234.3
30. Период Max спектра LF, с	17.07	24.98	146.3
31. Период Max спектра VLF, с	68.27	25.60	37.5
32. Период Max спектра ULF, с	146.29	204.80	140.0
33. Мощность HF, %	18.7	2.5	13.2
34. Мощность LF, %	44.3	60.2	136.1
35. Мощность VLF, %	37.1	37.3	100.6
36. LF/HF	2.37	24.40	1029.5
37. VLF/HF	1.98	15.10	761.1
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	4.35	39.50	907.2

Рис. 93. Результаты анализа ВСР при парадоксальной реакции на активную ортостатическую пробу у спортсмена-легкоатлета П.К. (II группа)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 1 Исследуемый П. К.

Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
17.09.2008	12:09	муж.	21	62	00:04:58



© 2005, Институт Внедрения Новых Медицинских Технологий "РАМЕНА"

Напечатано из программы ИСКИМ6

Рис. 93 (а) Графическое изображение результатов анализа ВСР у спортсмена-легкоатлета П.К.

Далее мы приводим наглядные примеры исследования функционального состояния регуляторных систем и адаптивных возможностей организма у двух игроков-баскетболистов А. и М. с разными типами регуляции (IV и II группы) при нарастающем утомлении в период игрового турнира.

Все исследования ВСР проводились в одинаковых условиях за один час до начала каждой игры в покое и при ортостатическом тестировании. В таблицах 35, 36, на рисунках 94, 95 показано, что динамический анализ ВСР при применении ортостатической пробы у одних и тех же игроков в процессе игрового турнира позволяет дать своевременную оценку функционального состояния регуляторных систем и их адаптивных возможностей.

Согласно данным ВСР, установлено, что в начале игрового чемпионата исходный уровень функционального состояния регуляторных систем у спортсменов А. и М. был достоверно различным. Баскетболист А. имеет исходно выраженное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (IV группа). У него реже ЧСС, больше значение R-R, MxDMn, RMSSD, pNN50, меньше AMo50 и SI, очень выраженная суммарная мощность спектра (TP) и мощность HF, LH, VLF и ULF волн. В спектре превалируют LF волны. Характерный тип спектра LF>HF>ULF>VLF. На кардиоритмограмме выявлен многофокусный ритм. В данном случае показатели ВСР указывают на высокие функциональные и адаптивные возможности регуляторных систем у спортсмена А., и наоборот, сниженные функциональные резервы регуляторных механизмов у спортсмена М. (II группа). Полученные данные свидетельствуют о том, что анализ ВСР позволяет выявить состояние регуляторных систем организма у спортсменов при его адаптации к соревновательным нагрузкам.

При рассмотрении индивидуального портрета ВСР в покое и при ортостатическом тестировании у спортсмена А. установлено, что от начала к концу игрового турнира снижаются функциональные и адаптивные возможности организма. Согласно временным и спектральным характеристикам ВСР, от игры к игре существенно снижается активность парасимпатического отдела ВНС (уменьшаются значения R-R, разброс (MxDMn) кардиоинтервалов, RMSSD, SDNN, pNN50), нарастает активность симпатической регуляции (увеличиваются AMo50 и SI) и увеличивается напряжение центральной регуля-

ции (снижаются показатели TP, HF, LF, VLF и ULF спектра) (табл. 35, рис. 94).

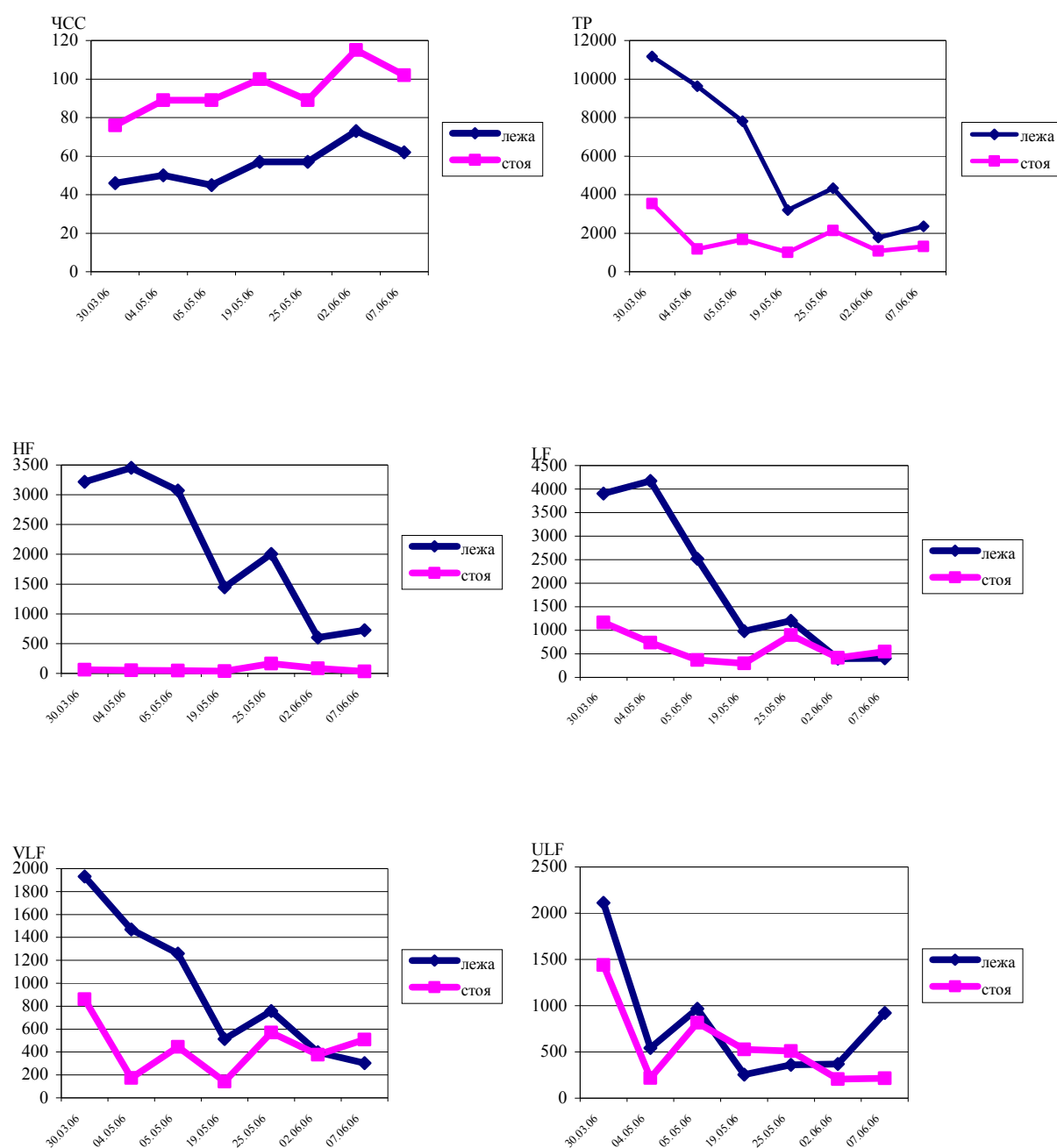


Рис. 94. Динамика ЧСС и показателей спектра ВСП в покое и при ортостазе у баскетболиста А. с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) в процессе игрового турнира

Результаты анализа ВСР у игрока-баскетболиста А. с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV группа) в покое и при ортостатической пробе в период игрового турнира

N/n	R-R мс	MxDMn мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²
До пробы								
1	1297	580	14	11170	3219	3907	1931	2112
2	1200	546	17	9634	3451	4172	1469	541
3	1332	458	23	7815	3073	2516	1258	968
4	1046	304	66	3195	1448	984	513	253
5	1045	324	43	4327	2007	1202	759	359
6	824	221	115	1772	604	389	399	371
7	974	281	78	2358	725	407	303	922
M±m	1102,6 ±69,1	387,7 ±52,8	50,9 ±14,2	5753 ±1419	2075,3 ±452,1	1941 ±605,5	947,4 ±232,8	789,4 ±244
После пробы								
1	788	304	95	3529	60,2	1167	860	1440,8
2	671	202	238	1182	53,8	735	172	219
3	675	218	189	1678	47,6	369	445	815,7
4	603	175	318	1005	37,8	295	142	528
5	675	224	218	2139	162,6	897	568	510
6	523	121	761	1083	85,2	415	377	206
7	587	175	387	1303	32,7	546	509	215
M±m	646 ±32,0	202,7 ±21,4	315,1 ±82,2	1702,7 ±339	68,6 ±17,0	632 ±119,9	439,5 ±92,9	562 ±169,4

Особенно выражено нарастает утомление в состоянии регуляторных систем после четвертой игры чемпионата (рис. 94), а после шестой игры при ортостазе отмечается парадоксальная реакция в показателях LF, VLF (вместо снижения они нарастают). Неустойчивость в изменении показателя ULF при ортостатической пробе происходит после третьей игры.

Применение активной ортостатической пробы у этого спортсмена выявило, что вегетативная реактивность зависит от исходного функционального состояния регуляторных систем. На этом классическом примере можно наблюдать, как при нарастании утомления регуляторные системы переключаются с одного уровня регуляции на дру-

гой. В начале игрового турнира реактивность на пробу была резко выраженной, в середине – сниженной, а в конце турнира – парадоксальной, когда резко снижается реактивность регуляторных систем. Полученные данные свидетельствуют о том, что с помощью динамического анализа ВСР при ортостазе можно проследить начало развития утомления и его выраженность при разных состояниях регуляции.

Другой игрок М. изначально имел выраженное преобладание центральной регуляции (II группа), которое сохранялось до окончания турнира, о чем свидетельствуют данные временных и спектральных характеристик сердечного ритма (малые значения MxDMn, RMSSD, SDNN, pNN50, TP, HF, LF, VLF и ULF и большие значения AMo50, AMo7,8% и SI на фоне умеренной брадикардии).

Таблица 36

Результаты анализа ВСР у игрока-баскетболиста М. с центральным типом регуляции (II группа) при ортостатической пробе в период игрового турнира

N/n	R-R мс	MxDMn мс	SI усл.ед.	TP мс ²	HF мс ²	LF мс ²	VLF мс ²	ULF мс ²
До пробы								
1	942	143	271	974,6	147,7	413,1	91,6	322,3
2	924	161	245	895,8	258,0	267,9	178,3	191,6
3	947	130	318	615,8	221,8	249,3	109,1	35,6
4	982	154	243	839,3	217,0	291,5	200,1	130,0
5	958	126	363	482,5	149,9	221,8	36,1	81,9
6	901	134	372	673,1	81,1	285,5	251,7	54,8
M±m	925,7 ±23	141,3 ±5,7	302 ±23,5	746,8 ±76,4	179,3 ±26,4	288,2 ±27	144,5 ±32,4	136,0 ±43,8
После пробы								
1	749	260	188	1208,1	36,1	266,1	339,6	566,3
2	708	275	139	1225,9	55,8	482,7	288,3	399,1
3	786	304	115	1333,9	78,0	635,0	241,5	379,5
4	737	279	156	1560,1	73,3	930,5	357,5	198,8
5	793	165	221	1650,4	63	828,4	574,1	185,0
6	660	192	260	1304,2	71,4	925,0	218,7	89,1
M±m	738,8 ±20,3	245,8 ±22,3	179,8 ±22	1380,4 ±74,5	62,9 ±6,2	677,9 ±109,0	336,6 ±52,3	302,9 ±71,8

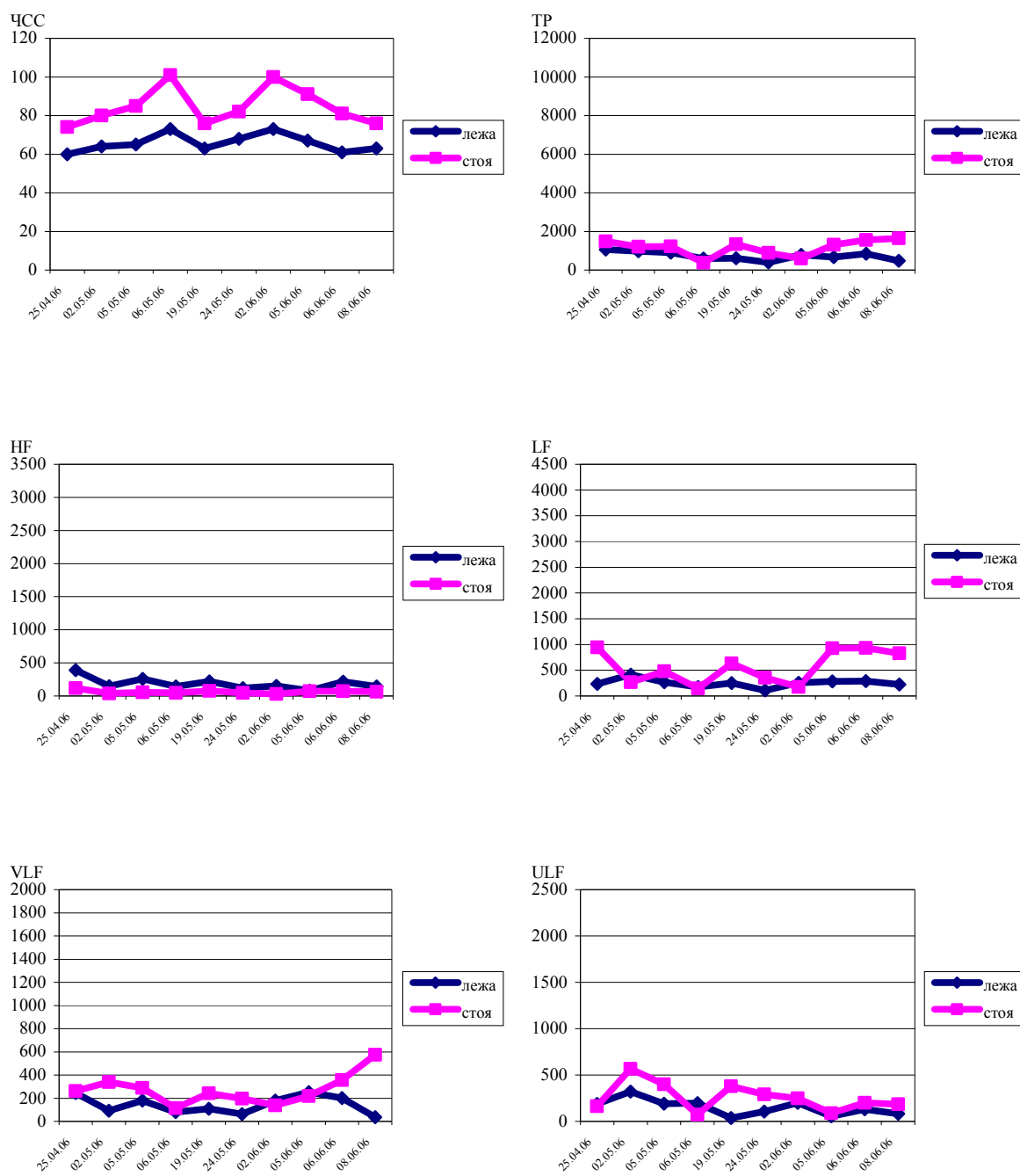


Рис. 95. Динамика ЧСС и показателей ВСП спектра в покое и при ортостазе у баскетболиста М. с выраженным преобладанием центральной регуляции (II группа) в процессе игрового турнира (парадоксальная реакция на ортостатическое тестирование)

Данные анализа ВСП у этого спортсмена при неоднократном применении активной ортостатической пробы выявили дисрегуляторные проявления, которые характеризуются резко сниженной (па-

радоксальной) реакцией регуляторных систем (незначительным увеличением суммарной мощности спектра TP, LF, VLF и ULF волн при недостаточной реактивности дыхательных HF волн).

Подобная динамика в состоянии регуляторных систем у этого игрока свидетельствует о состоянии утомления и перетренированности.

Итак, индивидуальный портрет ВСР у спортсменов как в покое, так и при активной ортостатической пробе может четко отражать функциональные и адаптивные возможности регуляции в различные периоды тренировочного процесса.

Таким образом, установлено, что ортостатическая реактивность зависит от индивидуально-типологических особенностей функционирования регуляторных систем, тренированности организма и выраженности утомления. Поэтому крайне важно внедрить в спортивную практику, как взрослых, так и юных спортсменов, методы раннего распознавания неадекватности вегетативной реактивности на ортостатическое тестирование как фактор риска развития заболеваний. Одним из таких методов является анализ ВСР.

Таким образом, спортсмены А. и М. различались не только по типу регуляции, но и по устойчивости адаптационных реакций на ортостатическое тестирование в период всего игрового турнира.

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 и других уровней нейрогуморальной регуляции (Баевский Р.М, Иванов Г.Г., 2007). В монографии представлен новый подход к оценке сердечного ритма у детей, подростков и спортсменов с учетом индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем. Используя представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, за основу предложенной классификации мы взяли 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 выделяются два типа вегетативной регуляции: автономный и центральный. Каждый тип подразделяется на умеренное или выраженное преобладание центральной регуляции (I и II группы) и умеренное или выраженное преобладание автономной регуляции (III и IV группы). Согласно нашим исследованиям (Шлык Н.И., 1991, 2005), важными критериями для экспресс определения типа вегетативной регуляции по данным ВСР явились показатели SI и VLF.

Целесообразность использования этих показателей для оценки индивидуально-типологических особенностей ВСР и текущего функционального состояния регуляторных систем у здоровых людей и спортсменов подтвердили в своих работах другие исследователи [44, 52, 70, 74, 110, 116, 143]. Анализ ВСР у детей и подростков 7-15 лет показал, что функциональное состояние регуляторных систем и их реактивность зависит не от возраста, а в первую очередь, от индивидуально-типологических особенностей.

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

Предположение о наличии физиологической нормы ВСР у лиц III группы подтверждают данные анализа ВСР у 640 спортсменов (10-21 года), в результате которого в 65-72% случаев (независимо от возраста, пола и специфики спорта) был выявлен тип с умеренным преобладанием автономной регуляции.

Из этого следует, что для занятий спортом необходимо отбирать детей с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма, то есть с нормальным уровнем функционирования синусового узла. У исследуемых с этим типом регуляции, независимо от возраста и гендерных особенностей, выявлены высокие функциональные и адаптивные возможности организма, по сравнению со сверстниками с центральным типом регуляции. Исследования ВСР у одних и тех же детей, подростков и юных спортсменов в течение 3 и 5 лет позволили установить, что у 80% исследуемых I и III групп характерный для них тип регуляции сохраняется и изменяется лишь при стрессовых ситуациях, чрезмерных физических нагрузках и донозологических состояниях, что свидетельствует о генетической детерминированности данных типов регуляции сердечного ритма.

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

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

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

Избыточное включение симпатического канала в состоянии покоя у исследуемых II группы 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 детей и подростков с выраженным преобладанием центральной регуляции при ортостатическом тестировании регистрируется малая реактивность дыхательного центра и увеличивается реактивность вазомоторного центра. Считается, что вегетативная дисфункция и её направленность часто наследуется, в связи с чем типологические особенности регуляции могут являться одной из причин ВСД (Белоконь Н.А., Кубергер М.Б., 1987).

Установлено, что для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы организм детей с центральным типом регуляции затрачивает постоянно больше усилий, нежели у детей с преобладанием автономной регуляции. Динамические исследования ВСР показали, что дети с преобладанием центральной регуляции существенно отстают от сверстников с преобладанием автономной регуляции по степени зрелости регуляторных систем и качеству регулирования кровообращения.

Выявленные типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма указывают, что функциональные и адаптационные возможности организма индивидуальны и реализуются у разных людей с разным включением регуляторных систем, что позволяет прогнозировать эти возможности и управлять динамическим уровнем здоровья.

Анализ ВСР при занятиях физической культурой и спортом у детей и подростков с разными типами вегетативной регуляции выявил особенности в реактивности организма в ответ на физические нагрузки и тренировочный процесс. У детей с разными типами вегетативной регуляции одинаковая физическая нагрузка на уроках физкультуры вызывает разные количественно-качественные адаптивные реакции кардиорегуляторных систем: у детей с преобладанием центральной регуляции увеличивается активность автономного контура регуляции и уменьшается напряжение центрального, а у их сверстников с преобладанием автономной регуляции, наоборот, понижается активность автономного контура и усиливается напряжение цен-

тральных структур управления. Последний – наиболее правильный вариант реагирования.

Полученные данные ВСР показывают, что невозможна правильная интерпретация тренированности спортсменов без учета типа вегетативной регуляции и совершенствования ее механизмов в процессе тренировки. У спортсменов с преобладанием центральной регуляции способность организма к мобилизации функциональных резервов существенно ниже и выше у исследуемых с преобладанием автономной регуляции. Самой большой опасностью для здоровья занимающихся спортом является то, что тренер при планировании объема и интенсивности тренировочных нагрузок ориентируется не на функциональную готовность 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 детей и подростков к занятиям спортом.

В одном и том же виде спорта (футбол) в переходном тренировочном периоде у спортсменов с центральным типом регуляции усиливается напряжение регуляторных систем, а в подготовительном – снижается. У спортсменов с автономным типом регуляции всё происходит наоборот, в переходном периоде снижается напряжение регуляторных систем, а в подготовительном – увеличивается. Разная количественная и качественная реактивность регуляторных систем на тренировочный процесс у спортсменов с разными типами вегетативной регуляции должна учитываться тренерами, от этого зависит не только спортивный успех, но и здоровье занимающихся. Анализ ВСР способствует раннему выявлению нарушений в состоянии регуляторных процессов у спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции.

У действующих спортсменов выраженное преобладание центральной регуляции в покое может являться результатом перетренированности. В этом случае после выполнения тренировочной нагрузки у них резко возрастает SI и продолжает усиливаться централизация, или наоборот, организм отвечает парадоксальной реакцией – резким преобладанием автономной регуляции, что указывает на наличие выраженного дисбаланса между автономной и центральной ре-

гуляцией ритма сердца. Подобные состояния регуляции у спортсменов негативно сказываются на функционировании синусового узла, что приводит к нарушению сердечного ритма.

Динамические исследования ВСР у спортсменов с центральным типом регуляции выявили неустойчивость в состоянии регуляторных систем в покое, парадоксальные реакции на ортостатическое тестирование и снижение спортивных результатов. Выявление у спортсменов-новичков на начальных этапах тренировочного процесса постоянно выраженного напряжения центральной регуляции (II группа) требует особого внимания тренеров и врачей. Следует посмотреть на вегетативное обеспечение системы кровообращения и как на генетический фактор развития патологии сердечно-сосудистой системы при систематических занятиях спортом, особенно у детей с центральным типом регуляции сердечного ритма (I и II группы).

Для спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции в покое характерны оптимальное соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС, автономной и центральной регуляцией, высокие функциональные и адаптивные возможности организма. Они обладают оптимальной реактивностью организма на тренировочные нагрузки, хорошей ортостатической устойчивостью и специфичностью вегетативного ответа, по сравнению со спортсменами с центральным типом регуляции.

Кровообращение у детей и спортсменов с этим типом регуляции отличается более эффективным режимом работы сердца и большей интенсивностью кровоснабжения центральных и периферических отделов тела в покое и при выполнении физических нагрузок. Для них в основном характерны гипо- и эукинетические типы кровообращения, а для спортсменов с преобладанием центральной регуляции – гиперкинетический.

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 группа) до выраженного (IV группа) преобладания автономной регуляции сердечного ритма.

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

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

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

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

Необходимо правильно дифференцировать «патологическое» и «рабочее» состояния регуляторных систем у спортсменов высокого класса при выполнении повышенных физических нагрузок в короткий предсоревновательный период. У этих спортсменов нормальное (рабочее) состояние регуляторных систем в покое может находиться в пределах от умеренного до выраженного преобладания автономной регуляции. Порой, спортсмены этого класса начинают тяжёлую тренировку на уровне выраженного преобладания автономной регуляции (IV группа), а заканчивают ее на уровне выраженного преобладания центральной регуляции (II группа), то есть на грани донозологических состояний. Последующие тренировки также могут проходить при высоком напряжении регуляторных систем. Выраженное напряжение регуляции у спортсменов этого класса может держаться в течение нескольких недель, не переходя в патологическое, и может

свидетельствовать о пике спортивной формы. По нашим данным, эти спортсмены показывают высокие спортивные результаты.

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

Регуляторные системы под влиянием систематических оптимальных физических нагрузок способны к совершенствованию и расширению адаптационных возможностей. Чрезмерные нагрузки ведут к поломкам в системах регуляции и переходу с благоприятного типа регуляции на неблагоприятный.

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

В итоге хотелось подчеркнуть необходимость использования методов анализа ВСР в практике школьной медицины и учебно-педагогического контроля за занимающимися физической культурой и спортом. При допуске детей к занятиям спортом врачами и тренерами не учитываются индивидуально-типологические особенности регуляторных систем и их адаптационные возможности, что является одной из причин быстрого наступления дизрегуляции и перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом. В первую очередь перетренированность и донозологические состояния проявляются у юных спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма. Необходимо понимать, что перед тренером стоят задачи не только обеспечить спортивный результат, но и сохранить здоровье и спортивное долголетие занимающихся.

Литература

1. Авцын А.П. Адаптация и дизадаптация с позиций патологии // Клин. мед. 1974. Т. 52. С. 3-15.
2. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2000. 204 С.
3. Агаджанян Н.А., Торшин В.Н. Экология человека. М.: 1994. 230 С.
4. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский [и др.]. // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 69-85.
5. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации / Р.М. Баевский [и др.]. // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. Междунар. симп. (г. Ижевск, 20-21 ноября 2003 г.). Ижевск: Изд-во УдГУ, 2003. С. 201-205.
6. Аникин В.В., Курочкин А.А., Кушнир С.М. Нейроциркуляторная дистония у подростков. Тверь: Губернская медицина, 2000. 184 С.
7. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Наука, 1972. 372 С.
8. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций. М.: Наука, 1973. С. 5-61.
9. Антропов Ю.Ф. Психосоматические расстройства у детей и подростков. М., 1997. 198 С.
10. Аршавский И.А. Основы возрастной периодизации // Возрастная физиология: руководство по физиологии. Л.: Наука, 1975. С. 5-67.
11. Баевский Р.М. К проблеме прогнозирования функционального состояния человека в условиях длительного космического полета / Р.М. Баевский // Физиологический журнал СССР. 1972. № 6. С. 819-827.
12. Баевский Р.М. Кибернетический анализ процессов управления сердечным ритмом // Актуальные проблемы физиологии и патологии кровообращения. М.: Медицина, 1976. С. 161-175.
13. Баевский Р.М., Казначеев В.П. Диагноз донозологический. М.: БМЭ, 1978. Т. 7, С. 253-255.

14. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессах. М.: Наука, 1984. 220 С.
15. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 265 С.
16. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 295 С.
17. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Максимов А.Л. Валеология и проблема самоконтроля здоровья в экологии человека. Магадан, 1996. 52 С.
18. Баевский Р.М. Научно-теоретические основы использования анализа вариабельности сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. Медунар. симп. (Россия, г. Москва, 27-30 апреля 1999 г.). М., 1999. С. 116-119.
19. Баевский Р.М., Семенов Ю.Н., Черникова А.Г. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью комплекса “Варикард” и проблема распознавания функциональных состояний // Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебно-летней экспертизы. М., 2000. С. 167-178.
20. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 106-127.
21. Баевский Р.М. Физиологическая норма и концепция здоровья // Российский физиологический журнал. 2003. Т. 89. № 4. С. 473-489.
22. 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.
23. Безруких М.М. Регуляция хронотропной функции у школьников 1-4 классов в процессе учебных занятий // Возрастные особенности физиологических систем у детей и подростков. М., 1981. С. 249-254.
24. Белоконь Н.А. Вегето-сосудистая дистония у детей: клиника, диагностика, лечение: метод. рекомендации. М., 1987. 24 С.

25. Белоконь Н.А., Шварков С.В., Осокина Г.Г. Подходы к диагностике синдрома вегето-сосудистой дистонии у детей // Педиатрия. 1986. № 1. С. 37-41.
26. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: руководство для врачей: в 2 т. М: Медицина, 1987. Т. 1. 245 С.
27. Беляков В.А., Подлевских Т.С. Адаптационные возможности и здоровье детей раннего возраста // Российский педиатрический журнал. 2005. № 2. С. 8-10.
28. Берсенев Е.Ю., Вдовина А.Б. Анализ вариабельности сердечного ритма и возможности его использования в практике подготовки спортсменов высшей квалификации. Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. М., 2004. С. 38-41.
29. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тезисы международного симпозиума (Ижевск, 12-14 сентября 1996 г.). Ижевск, 1996. 225 С.
30. 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.
31. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования. / Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии [Marek Malik и др.]. СПб.: АОЗТ «Институт кардиологической техники», 2000.
32. 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.
33. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 4-го Всеросс. симп. Ижевск, УдГУ, 2008. 344 С.
34. Вегетативно-сосудистая дисфункция у подростков как проявление дисморфогенеза / Д.Д. Панков [и др.]. // Российский педиатрический журнал. 2001. № 1. С. 39-41.
35. Вегетативная нервная система в регуляции функций / В.Н. Гурин [и др.]. М., 1989. 269 С.

36. Воробьев В.И. Исследование математико-статистических характеристик сердечного ритма как метод оценки реакции лиц разного возраста на мышечную нагрузку: дисс. ... канд. биол. наук. М., ИМБП, 1978. 178 С.
37. Воскресенский А.Д, Вентцель М.Д. Статистический анализ сердечного ритма и показателей гемодинамики в физиологических исследованиях. М.: Наука, 1974. 221 С.
38. Габинский Я.Л. Вариационная пульсометрия и автокорреляционный анализ в оценке экстракардиальной регуляции сердечного ритма: Автореф. дисс. канд. мед. наук. Свердловск: Сверд. мед. ин-т, 1982. 22 С.
39. Гаврилушкин А.П., Маслюк А.П. Теоретические и практические аспекты нелинейных хаотических колебаний ритма сердца // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики, хаоса и фракталов в физиологии и медицине: материалы 3-го Всероссийского симпозиума (г. Новокузнецк, 21-25 мая 2001 г.). Новокузнецк, 2001. С. 37-48.
40. Галеев А.Р. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учетом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Новосибирск, 1999. 20 С.
41. Галеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 4. С. 54-58.
42. Григорьев А.И., Баевский Р.М., Галеева Н.Ю. В.В. Парин и его роль в развитии космической медицины и физиологии. 2004. М.: Фирма «Слово», 175 С.
43. Григорьев А.И., Баевский Р.М. Концепция здоровья и космическая медицина. М.: Фирма «Слово», 2007. 208 С.
44. Гуштурова И.В. Особенности центральной и периферической гемодинамики в покое и при физических нагрузках у детей дошкольного возраста: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Казань, 1996. 26 С.
45. Гуштурова И.В., Королева Ю.В. Адаптация системы кровообращения пловцов к тренировочным нагрузкам различной направленности // XX съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: тез. докл., М.: Изд. дом «Русский врач», 2007. С. 207.

46. Даянова А.Р. Вариабельность сердечного ритма фехтовальщиков с поражением опорно-двигательного аппарата // Теория и практика физической культуры. 2009. № 4. С. 51-54.
47. Довгалевский П.Я., Рыбак О.К. Возможность использования системного анализа в оценке нейрогуморальной регуляции сердечного ритма у больных ИБС // Международный симпозиум «Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение». Ижевск, 1996. С. 29-30.
48. Донозологическая диагностика в оценке уровня здоровья школьников. / Берсенева А.П. [и др.]. // Функциональная диагностика. 2006. № 33. С. 5-15.
49. Емельянчик Е.Ю. Влияние активного двигательного режима на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции у дошкольников // Педиатрия. 2003. № 2. С. 4-9.
50. Жемайтите Д.И. Ритмичность импульсов синоаурикулярного узла в покое и при ишемической болезни сердца: Автореф. дисс. канд. мед. наук. Каунас: Каун. мед. ин-т, 1965. 51 С.
51. Жемайтите Д.И. Возможности клинического применения и автоматического анализа ритмограмм: дисс. ... докт. мед. наук. Каунас, Каун. мед. ин-т, 1972. 285 С.
52. Жужгов А.П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Казань, 2003. 23 С.
53. Заболевания вегетативной нервной системы / А.М. Вейн [и др.]. [под ред. А.М. Вейна]. М.: Медицина, 1991. 624 С.
54. Иванов Г.Г., Дворников В.Е., Баев В.В. Внезапная сердечная смерть: основные механизмы, принципы прогноза и профилактики // Вестник РУДН. 1998. №1. С. 144-159.
55. Иванов С.Н. Вегетативная регуляция и сосудистый тонус у подростков с нейроциркуляторной астенией // Клинические и физиологические аспекты ортостатических расстройств: сб. 2-й науч.-практ. конф. 22 марта 2000 г. М., 2000. С. 161-162.
56. Иванов С.Н. Нарушения вегетативного гомеостаза и периферическое кровообращение у подростков с нейроциркуляторной дистонией гипертензивного типа // Российский кардиологический журнал. 2005. № 2.

57. Игишева Л.Н., Ботин С.В., Галеев А.Р. Особенности регуляции сердечного ритма у подростков с повышенным артериальным давлением // Педиатрия. 1995. № 6. С. 17-21.
58. Игишева Л.Н., Казин Э.М., Галеев А.Р. Влияние умеренной физической нагрузки на ВСР у детей младшего и среднего школьного возраста // Физиология человека. 2006. № 3. С. 55-61.
59. Информационные медико-биологические технологии / под общ. ред. В.А. Княжева, К.В. Судакова. М., 2002. 280 С.
60. Использование метода кардиоинтервалографии и тренинга с биологической обратной связью при планировании учебно-тренировочных занятий по оздоровительной аэробике / Е.С. Иноземцева [и др.]. // Теория и практика физической культуры. 2007. № 3. С. 62-64.
61. Использование математического анализа сердечного ритма в процессе реабилитации больных гипертонической болезнью / Минаков Э.В. [и др.]. // Международный симпозиум «Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение». Ижевск, 1996. С. 42-43.
62. Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. Л.: Медицина, 1980. 196 С.
63. Калмыкова А.С., Ткачева А.С., Зарытовская Н.В. Малые сердечные аномалии и синдром вегетативной дисфункции у детей // Педиатрия. 2003. № 2. С. 9-11.
64. Кепеженас А.К., Жемайтите Д.И. Вегетативная регуляция сердечного ритма спортсменов в зависимости от характера тренировочного процесса // Анализ сердечного ритма. Вильнюс. 1962. С. 32-47.
65. Клецкин С.З. Проблема контроля и оценки операционного стресса (на основе анализа ритма сердца с помощью ЭВМ): дисс. ... докт. мед. наук. М.: Ин-т серд-сосуд. хирург. АМН СССР, 1981. 298 С.
66. Кодкин В. Л. Оценка функционального состояния организма школьников по данным анализа variability ритма сердца в условиях стрессовой психоэмоциональной нагрузки / В.Л. Кодкин [и др.]. // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. медунар. симп. (Россия, г. Москва, 27-30 апреля 1999 г.). М., 1999. С. 189-190.

67. Колупаев В.А., Сашенков С.Л., Долгушин И.И. Динамика показателей дыхания и кровообращения под влиянием анаэробных, аэробных физических нагрузок и сезонных изменений условий внешней среды // Теория и практика физической культуры. 2008. № 4. С. 12-16.
68. Космическая кардиология / Парин В.В. [и др.]. Л.: Медицина, 1967. 206 С.
69. Котлова Е.В., Головской Б.В. Особенности регуляции сердечного ритма у лиц, проживающих в условиях йодного дефицита // Болезни сердечно-сосудистой системы: теория и практика: материалы I Съезда кардиологов Приволжского и Уральского федеральных округов Российской Федерации 26-28 марта 2003 г. Пермь, 2003. С. 134.
70. Красноперова Т.В. Вариабельность ритма сердца и центральная гемодинамика у высококвалифицированных спортсменов с разной активностью вегетативной регуляции: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Киров, 2005. 20 С.
71. Красноперова Т.В., Шлык Н.И. Ритм сердца у баскетболистов в соревновательный период // Материалы Межд. науч.-практ конф. «Современные проблемы физической культуры и спорта» посвящ. 75-лет С-Пб. НИИ ФК (СПб., 24-25 апреля 2008 г.). С-Пб.: Галлея - принт, 2008. Т.2. С. 276.
72. Кудря О.Н. Показатели вариабельности сердечного ритма у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса // Журнал Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов: материалы III Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед – 2008» (Москва, 10-12 декабря 2008 г.). 2008. № 4 (27). С. 26-31.
73. Кудрявцева В.И. К проблеме прогнозирования умственного утомления при длительной монотонной работе: Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: ИМБП, 1974. 23 С.
74. Лаврова Н.Ю. Особенности сердечного ритма у детей младшего школьного возраста в осенний и весенний периоды под влиянием учебной деятельности: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Казань, 2003. 23 С.

75. Макаров Л.М. Ритм сердца у детей с органическими поражениями миокарда // Нижегородский медицинский журнал. 2001. № 2. С. 128-132.
76. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. М.: Медицина, 2000. 104 С.
77. Мамий В.И. Оценка функционального состояния. Вариабельность ритма сердца и вегетативный баланс. СПб., 2003. 40 С.
78. Математический анализ ритма сердца. [под ред. В.В. Парина и Р.М. Баевского]. М., 1968. 124 С.
79. Машин В.А. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью метода графа // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 4. С. 63-73.
80. Медленные колебательные процессы в организме человека. Теория и практическое применение в клинической медицине и профилактике // Сборник научных трудов симпозиума (г. Новокузнецк, 27-29 мая 1997 г.). Новокузнецк, 1997. С. 194.
81. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука, 1981. 278 С.
82. Метод последовательного парного анализа ритма сердца по интервалам RR / Ю.А. Власов [и др.]. // Радиотехника, физика и математика в биологии и медицине. Новосибирск, 1971. С. 9-14.
83. Михайлов В.М. Вариабельность сердечного ритма. Опыт практического применения. Иваново, 2000. 200 С.
84. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов; Изд. 2-е, перераб. и доп. Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 С.
85. Михайлов В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба. Иваново: ООО ИИТ «А-Гриф», 2005. 440 С.
86. Михайлов В.М., Харламова Н.В., Беликова М.Э. Вариабельность ритма сердца как метод количественной оценки функционального состояния спортсменов // Медицина и спорт. 2005. № 1. С. 19-21.
87. Михайлова О.В., Солдаткин Э. В., Орлова Н.В. Классификация ВСД у детей // Вестник аритмологии. 2000. № 18. С. 109.
88. Миронов В.А. Клинический анализ волновой структуры синусового ритма сердца при гипертонической болезни: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Оренбург, 1998. 53 С.

89. Миронова Т.В., Миронов В.А. Клинический анализ волновой структуры синусового ритма сердца (Введение в ритмокардиографию и атлас ритмокардиограмм). Челябинск, 1998. 162 С.
90. Миронова Т.Ф., Миронов В.А. Вариабельность сердечного ритма при ишемической болезни сердца Т.Ф. Миронова, В.А. Миронов. Челябинск: Изд-во «РЕКПОЛ», 2008. 172 С.
91. Мурашко Е.В., Осокина Г.Г. Современные аспекты синдрома вегето-сосудистой дистонии у детей и подростков. Клиника, диагностика,ходы к терапии // Вестник аритмологии. 2000. № 18. С. 49-50.
92. Неверов В.Н. Корреляция показателей variability ритма сердца с психологическими профилями личности студентов // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. Междунар. симп. (Россия, г. Москва, 27-30 апреля 1999 г.). М., 1999. С. 105-106.
93. Нидеккер И.Г. Выявление скрытых периодичностей методом спектрального анализа: дисс. ... канд. физ-мат. наук. М., ВЦ АН СССР, 1968. 131 С.
94. Никулина Г.А. Исследование статистических характеристик сердечного ритма как метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях: Автореф. дисс. канд. мед. наук. М.: ИМБП, 1974, 30 С.
95. О физиологической норме variability сердечного ритма у школьников и спортсменов / Н.И.Шлык [и др.]. // Научные труды II Съезда физиологов СНГ (Молдова, г. Кишинев 29-31 октября 2008 г.). Кишинев, Молдова: Медицина-здоровье, 2008. С. 271.
96. Обухова А.В., Шлык Н.И., Шумихина И.И. Вариабельность сердечного ритма и уровень физической подготовленности у студентов-юристов с разным типом регуляции сердечного ритма // Научные труды II съезда физиологов СНГ (Молдова, г. Кишинев 29-31 октября 2008). Кишинев, Молдова: Медицина-здоровье, 2008. С. 86.
97. Ортостатическое тестирование у спортсменов с разными преобладающими типами регуляции / Н.И. Шлык [и др.]. // Современные проблемы теории и практики спортивной медицины и физической реабилитации: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Набережные Челны, 18 июня 2009 г.). Набережные челны: КамГАФКСиТ, 2009. С. 258-266.

98. Особенности сердечного ритма дошкольников в норме и при патологии по данным кардиоинтервалографии / Л.В. Суворова [и др.]. // Нижегородский медицинский журнал. 2001. № 2. С. 30-35.
99. Панков Д.Д., Румянцев А.Г. Диагностика пограничных состояний у детей и подростков // Российский педиатрический журнал. – 2002. № 3. С. 4-7.
100. Панкова Т.Б., Бородулина Т.А. Динамика состояния вегетативной нервной системы у школьников старшего возраста по данным кардиоинтервалографии // Российский педиатрический журнал. 2002. № 3. С. 16-21.
101. Параметры ЭКГ высокого разрешения у спортсменов с различным уровнем тренированности. Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. / Е.Ю. Берсенева [и др.]. М., 2006. С. 374-381.
102. Парин В.В., Баевский Р.М. Введение в медицинскую кибернетику. М.: Медицина, 1966. 206 С.
103. Покровский В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных. Краснодар: Изд-во «Кубань – Книга», 2007. 144 С.
104. Половникова А.А. Факторная структура показателей вегетативного гомеостаза в оценке здоровья детей // Актуальные вопросы биологии и медицины: матер. II Межрегион. конф. молодых ученых и студентов (г. Ижевск, 25-28 апреля 2005 г.). Ижевск, 2005. С. 214-218.
105. Потапова Т.В., Исаев А.П., Кабанов С.А. Физиологические особенности сердечно-сосудистой системы юных дзюдоистов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2008. №4. С. 45-49.
106. Разумов А., Пономаренко В., Пискунов В. Здоровье здорового человека. М.: Медицина, 1996. 414 С.
107. Реакция сердечной деятельности старшеклассников школ с дифференцированным обучением на экзаменационный стресс / А.В. Даян [и др.]. // Физиология человека. 1995. № 21(3). С. 60-64.
108. Ритм сердца и состояние кардиореспираторной системы у спортсменов разных видов спорта / А.П. Жужгов [и др.]. // Тезисы докладов XX съезда физиологического общества имени И.П. Павлова (Москва, 4-8 июня 2007 г.). М.: Изд. дом «Русский врач», 2007. С. 227.

109. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Вариабельность ритма сердца. М.: Изд-во "Оверлей", 2001. 200 С.
110. Сапожникова Е.Н. Ритм сердца у школьников с различной степенью напряжения механизмов вегетативной регуляции в покое и при ортоклиностагическом тестировании: Автореферат дисс. канд. биол. наук. Казань, 2003. 24 С.
111. Сапожникова Е.Н., Шлык Н.И., Красноперова Т.В. Возрастные, половые и индивидуальные особенности вариабельности сердечного ритма у детей в возрасте от 7 до 12 лет различных групп вегетативной регуляции сердечного ритма // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. междунар. симп. (г. Ижевск, 20-21 ноября 2003 г.). Ижевск: Изд-во УдГУ, 2003. С. 36-37.
112. Сапожникова Е.Н., Шлык Н.И., Шумихина И.И. Медленно-волновая структура сердечного ритма у биатлонистов в различные тренировочные периоды // XX съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: тез. докл., М.: Издательский дом «Русский врач», 2007. С. 408.
113. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме: пер. с англ. М.: Медгиз, 1960. 207 С.
114. Семенов Ю.Н. Баевский Р.М. Программное обеспечение комплекса «Варикард» для анализа вариабельности сердечного ритма // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. междунар. симп. Ижевск, 2003. С. 181.
115. Сердечный ритм как критерий функциональной зрелости и степени мобилизации адаптационных возможностей / А.И. Босенко [и др.]. // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. Междунар. симп. (г. Ижевск, 20-21 ноября 2003 г.). Ижевск: Изд-во УдГУ, 2003. С. 158-159.
116. Синяк Е.Д. Влияние урока физической культуры на вариабельность сердечного ритма у детей младшего школьного возраста в начале и в конце учебного года: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Казань, 2003. 23 С.
117. Ситдилов Ф.Г., Шейхелисимова М.В., Валеев И.Р. Влияние учебной нагрузки и условий производства на функциональное состояние симпатoadренальной системы и показатели регуляции

- сердечного ритма у девушек 17-18-летнего возраста // Физиология человека. 2001. № 5. С. 54-60.
118. Сметнев А.С., Жаринов О.И., Чубучный В.Н. Вариабельность ритма сердца, желудочковые аритмии и риск внезапной смерти // Кардиология. 1995. №4. С. 49-51.
119. Спектральный анализ вариабельности сердечного ритма сердца в оценке состояния вегетативной нервной системы у здоровых детей / Ю.С. Васенко [и др.]. // Российский педиатрический журнал. 1999. № 3. С. 23-27.
120. Судаков К.В. Проблемы оценки механизмов функциональной системы. М., 1994. 184 С.
121. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. М., 1998. 267 С.
122. Тарасова О.Л. Особенности психофизиологической адаптации к учебной деятельности у подростков с различным типом вегетативной регуляции: Автореф. дисс. канд. мед. наук. Томск, 1998. 20 С.
123. 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.
124. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов по данным вариабельности сердечного ритма / Н.И. Шлык [и др.]. // Материалы международной научной конференции «Физиология развития человека», секция 3, (Москва, 22-24 июня 2009 г.). М.: Вердана, 2009. С. 151-152.
125. Трефни З. Берсенева И.А. Вегетативная регуляция сердечного ритма и аритмии у школьников // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. междунар. симп. (Россия, г. Москва, 27-30 апреля 1999 г.). М., 1999. С. 130-131.
126. Федоров В.Ф., Смирнов А.В. О некоторых неиспользованных возможностях статистических методов в кардиологии. Клинические и физиологические аспекты ортостатических расстройств. М., 2000. С. 138-148.
127. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Новосибирск, 1999. 264 С.

128. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики: классификация фазовых портретов, показателей энергетики, спектрального и детрентного анализа // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики, хаоса и фракталов в физиологии и медицине: материалы 3-го Всероссийского симпозиума (г. Новокузнецк 21-25 мая 2001 г.). Новокузнецк, 2001. С.49-61.
129. Хаспекова Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: дисс. ... докт. мед. наук. М.: ИВНД, 1996. 236 С.
130. Хаютин В.М., Лукошкова Е.В. Спектральный анализ колебаний частоты сердцебиений: физиологические основы и осложняющие его явления // Российский физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1999. Т. 85. №7. С. 893-909.
131. Хаютин В.М., Лукошкова Е.В. Колебания частоты сердцебиений: спектральный анализ // Вестник аритмологии. 2002. № 26. С. 10-21.
132. Шварков С.Б. Современная концепция о вегетативных расстройствах и их классификация // Педиатрия. 2003. № 2. С. 108-109.
133. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск, 1991. 417 С.
134. Шлык Н.И. Типы регуляции сердечного ритма у детей и подростков // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. междунар. симп. (Россия, г. Москва, 27-30 апреля 1999 г.). М. 1999. С. 129-130.
135. Шлык Н.И. Особенности variability сердечного ритма у детей и подростков с различным уровнем зрелости регуляторных систем // Variability сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. Междунар. симп. (г. Ижевск, 20-21 ноября 2003 г.). Ижевск: Изд-во УдГУ, 2003. С. 52-61.
136. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н. Ритм сердца и гемодинамика у детей и подростков с разным уровнем активности регуляторных систем // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. Том 90. №8. Тезисы докл. Ч. 2. СПб.: Наука, 2004. С. 417.
137. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н. Об особенностях медленно-волновой структуры variability сердечного ритма у школь-

- ников с разной активностью регуляторных систем организма // Научные труды I Съезда физиологов СНГ [под редакцией Р.И. Сепиашвили]. М.: Медицина-здоровье, 2005. Т.1. С. 408.
138. Шлык Н.И. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний у школьников по данным variability сердечного ритма // Материалы V Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». М.: «Дельта», 2006. С. 687-689.
139. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Шумихина И.И. О физиологической норме ВСР у детей с разной активностью вегетативной регуляции // XX Съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: тез. докл. М.: Издат. дом «Русский врач», 2007. С.492.
140. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н. Динамика функционального состояния и адаптивных возможностей регуляторных систем у биатлонистов в различные тренировочные периоды // Современные проблемы теории и практики спортивной медицины и физической реабилитации: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Набережные Челны, 18 июня 2009 г.). Набережные Челны: КамГАФКСиТ, 2009. С. 266-268.
141. Шлык Н.И., Семенов В.Г. Динамические исследования variability сердечного ритма и гемодинамики у легкоатлетов с разными типами регуляции в предсоревновательный период // Современные проблемы теории и практики спортивной медицины и физической реабилитации: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Набережные Челны, 18 июня 2009 г.). Набережные Челны: КамГАФКСиТ, 2009. С. 268-273.
142. Шмальгаузен И.И. Проблемы адаптации человека // Вестн. АМН СССР. 1975. № 10. С 5-16.
143. Шумихина И.И. Особенности variability сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием тренировочного процесса: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Киров, 2005. 20 С.
144. Шумихина И.И., Шлык Н.И., Красноперова Т.В. Особенности variability сердечного ритма у юных хоккеистов // XX Съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: тез. докл. М.: Издательский дом «Русский врач», 2007. С. 494.
145. Age effects on interrelationships between lung volume and heart rate during standing / G. Stanley et al. // J. Heart Circ. Physiol. – 1997. – N.42. – P. 2128 - 2134.

146. . Analisis of heart rate variability / T. Komatsu et al. [Электронный ресурс] // Masui 2009 Jul; 58 (7): 820-31. Adstracts. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> (дата обращения: 17.09.09.).
147. Analisis of heart rate and beat-to beat variability interval difference index / H. P. Geiyn et al. // Amer. J. Obstet. And Gunecol. – 1980. – Vol. 138.
148. Autonomic Regulation of circulation and cardiac contractility during a 14-month space flight. // Acta Astronautica. 1998. 42. № 1-8. P. 159-173.
149. Babloyantz A., Destexhe A. Is the normal heart a periodic oscillator? // Biol. Cybern. – 1988. – V.58. – P. 203-211. – № 3. – P. 246-252.
150. Baevsky R.M., Funtova I.I. The ballistocardiography in long-term space flights as a method of medical control // Japanese J. Aerospace and Environment. Med. 1997. V. 34. № 4. PP. 152-153.
151. Ballantyne D. Does training postinfarkt patients reduce the risk of reinfarction? // Europ. J. Cardiol. – 1983. –V. 2. – P. 519 -521.
152. Bassingthwaighte J.B., Raymond G.M. Evaluation of the dispersional analysis method for fractal time series // Ann-Biomed-Eng. – 1995 Jul-Aug. – 23(4) – P. 491-505.
153. Beat to beat variability in cardiovascular variables: noise or music? / M. Appel et al. // J. Am. Coll. Cardiol. – 1989. – V.14. – P. 1139-1148.
154. Bernston G., Cadioppo J., Quigley K. Respiratory sinus arrhythmia: autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications // Psychophysiology. – 1993. – V.30. – P. 183-196.
155. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability / A. Molfino et al. [Электронный ресурс] // European Journal of Clinical Nutrition advance online publication 27 May 2009; doi: 10. 1038/ejcn. 2009. 35. URL:<http://www.nature.com/ejcn/journal/vaop/ncurrent/abs/ejcn200935a.html> (дата обращения: 17.09.09).
156. Breathing frequency bias in fractal analysis of heart rate variability / Perakakis P. et al. [Электронный ресурс] // Biological Psychology, Volume 82, Issue 1, September 2009, Pages 82-88. Abstracts. Biological Psihology. 2009 Sep;82 (1): 82-88. Epub 2009 Jun 25.URL: <http://www.sciencedirect.com/science> (дата обращения: 17.09.09).

157. Briazgounov I.P. The role of physical activity in the prevention and treatment of noncommunicable diseases // World Health Statist. Quart. – 1988. – V. 41. – № 3-04. – P. 242-250.
158. Chaotic Signatures of Heart Rate Variability and Its Power Spectrum in Health, Aging and Heart Failure / Guo - Qiang Wu et al. [Электронный ресурс] // (February 2009) PLoS ONE 4(2): e4323. doi: 10.1371/journal.pone. 0004323. URL: [http:// www.plosone.org](http://www.plosone.org) (дата обращения: 17.09.09)
159. Cooper K. Physical training programs for mass scale use: effects on cardiovascular disease — fact and theories // Ann. Clin. Res. – 1982. – V. 14. Suppl. 34. – P. 25-32.
160. Davis J.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research // Med. Sci. Sports and Exerc. – 1985. – V. 1. N 1. – P. – 618.
161. Edvards M.A. Physical activity and stress reduction: a review of selected literature / Stress on Tension Contr. 2 // Proc. and Int. infordisclp. Conf. Brighton, 30 Aug. – 3 Sept. 1983. – New York; London, 1984. – P. 373-386.
162. Evidence that low frequency variability of the R-R interval power spectrum analysis in humans is generated by the arterial baroflex | L. Bernardi et al. // Abstracts. 32 Congress IUPS. – 1993. – Poster 173/23. – P. 75-76.
163. Evidence for a central origin of the low-frequency oscillation in RR-interval variability / R. L. Cooley et al. // Circulation. – 1998. – Vol. 98. – № 6. – P. 556.
164. Fetal Heart Rate and Variability: Stability and Prediction to Developmental Outcomes in Early Childhood / Janet A. DiPietro et al. [Электронный ресурс] // Child Dev. 2007; 78(6): 1788–1798. Abstracts. URL: [http://www. ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez) (дата обращения: 17.09.09).
165. Fleshner M., Noble E.G., Moraska A. Differential expression of stress proteins in rat myocardium after free wheel or treadmill run training // J-Appl-Physiol. – 1999. – № 86(5). – P. 1696-1701.
166. Fractal dimension of heart rate time series: an effective measure of autonomic function / Yeragani et al. // J-Appl-Physiol. – 1993. – № 75(6). – P. 2429-38.

167. Fractal dimension of heart rate and blood pressure in healthy subjects and in diabetic subjects / N.P. Chau et al. – 1993 Jun. – 2(2). – P. 101-107.
168. Functional Status, Heart Rate, and Rhythm Abnormalities in 521 Fontan Patients 6-18 Years of Age / D. Andrew [Электронный ресурс] // J Thorac Cardiovasc Surg. 2008 July; 136(1): 100–107. e1. doi:10.1016/ URL:<http://www.pubmedcentral.nih.gov/> (дата обращения: 17.09.09).
169. Goldberger A. Is the normal heartbeat chaotic or homeostatic? // News in Physiological Sciences. – 1991. – V.6 – P. 87-91.
170. Goldbourt U. Nutrition and physical activity: impact on prevention of coronary heart disease mirrored by lipoprotein induce // Amer. Clin. Nutr. – 1989. – V. 49. – № 5. Suppl. – P. 1131.
171. Heart rate variability is related to self-reported physical activity in a healthy adolescent population / E. Henje Blom et al. [Электронный ресурс] // Eur J Appl Physiol (2009) 106: 877–883 Eur J Appl Physiol (2009)106:877–883.URL: <http://www.springerlink.com/content/a62v1j8k12u2n022/fulltext.html> (дата обращения: 17.09.09).
172. Heart rate variability. Standarts of measurement, physiological interpretation and clinical use // Eur. Heart J. –1996. – Vol. 17. – P. 334-381.
173. Heart Rate Variability. Standarts of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task force of the European of cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. – 1996. – V.93. – P. 1043-1065.
174. Heart rate analysis in normal subjects of various age groups / R.U. Acharya et al. [Электронный ресурс]. // BioMedical Engineering OnLine 2004, 3:24 doi: 10. 1186/1475-925X-3-24. URL: <http://www.biomedical-engineering online.com/content/3/1/24> (дата обращения 17.09.09).
175. Hoodan B. Theoretical starting points for optimization of a motor regime in adults // Acta Univ. Palackianae olomuc. Facpaed Gymnica. – 1989. –V. 18. – N 8. – P. 59-79.
176. Hughes J. Physiological effects of habitual aerobic exercise: a critical review // Prevent. Med. – 1984. – V. 13. – P. 66-78.
177. Hull E., Young S., Ziegler M. Aerobic fitness cardiovascular and catecholamine response to stressors // Psychophysiology. – 1984. – V. 21. – N 3. – P. 1260-1264.

178. Ihlen E.A. A comparison of two Hilbert spectral analyses of heart rate variability [Электронный ресурс] // Medical & Biological Engineering & Computing. 2009 Jun 12. [Epub ahead of print]. URL: <http://www.springerlink.com/content/700417385645r658/fulltext.html> (дата обращения: 17.09.09).
179. Kamath. M.V. Power spectrum analysis of heart rate variability: noninvasive signature of cardiac autonomic function // Crit Revs Biomed Eng. – 1993. – Vol. 21. – P. 245-311.
180. Kaplan D. The analysis of variability // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 1994. – N.5. – P.16-19.
181. Karemaker. J. Autonomic control of the circulation: its frequency, dependency and the consequences for measures like LF / HF in HRV-analysis // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. Междунар. симп. (Россия, Москва. 27-30 апреля 1999 г.). – С. 17-18.
182. Krauss R.M. Exercise, lipoproteins, and coronary artery disease // Circulation. – 1989. – V. 79. – №5. – P. 1143-1145.
183. Locke M., Noble E.G., Atkinson B.G. Exercising mammals synthesize stress proteins // Amer. J. Physiol. – 1990. – V. 258. – N 4. – Pt. I. – P. 723-729.
184. Luft C.D., Takase E., Darby D. Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort [Электронный ресурс] // Biological Pshysiology. 2009 Jul 24. [Epub ahead of print] Abstracts. URL: <http://www.sciencedirect.com/> (дата обращения: 17.09.09).
185. Malliani A. Association of heart rate variability components with pshysiological regulatory mechanisms // Heart rate variability / Malic, Camm eds. – 1995. – Futura Pub. Comp. – 543 P.
186. Malliani A., Lombardi F., Pagani M. Power spectral analysis of heart rate variability: atool to explore neural regulatory mechanisms // Br. heart J. – 1994. – V. 71. – P. 1-2.
187. Malik. M. Heart rate variability and clinical cardiology. – 1994. – Vol. 71. – P. 3-6.
188. Malik M., Camm A.J. Components of heart rate variability. What they really mean and what we really measure // Am. J. Cardiol. 1993. – V. 72. – P. 821-822.
189. Mendonca Spectral methods of heart rate variability analysis during dynamic exercise / G.V. Mendonca et al. [Электронный ресурс] // Clinical Autonomic Research 2009 Aug; 19(4): 237-45. Epub 2009

- May29.URL:<http://www.springerlink.com/content/8738x776573v8476/fulltext.html> (дата обращения: 17.09.09).
190. Mesbah. M. Newborn Seizure Detection Based on Heart Rate Variability [Электронный ресурс] // Biomedical Engineering, IEEE Transactions on: Accepted for future publication Volume PP, Issue 99, 2009 Page(s): 1 – 1. Abs. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/search/wrapper.jsp?arnumber=5170066> (дата обращения: 17.09.09).
191. Metabolic cost of extremely slow walking in cardiac patients: implications for exercise testing and training / B.A. Franklin et al. // Arch. Phys. Med. –1983. –V. 64. –P. 564–565.
192. Mykhaliuk I. Central hemodynamics, heart rate variability, and physical capacity in extra-class handballers [Электронный ресурс] // Fiziol Zh.2009; 55(2):72-5. Abstracts.URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez> (дата обращения: 17.09.09).
193. Non-linear dynamics of cardiovascular variability signals / M.G. Signorini et al. // Methods-Inf-Med. – 1994 Mar – 33 (1). – P. 81-84.
194. On the fractal nature of heart rate variability in humans: effects of vagal blockade / Hughson R.L. / Y. Yamamoto et al. // Am-J-Physiol. – 1995 – Oct 269 (4 Pt 2). – P. 830-40.
195. Parin V.V., Baevsky R.M., Gazenko O.G. Heart and circulation under space conditions // Cor et Vasa. – 1965. – № 7 (3). – P.165-184.
196. Perini R., Veicsteinas A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions [Электронный ресурс] // Eur J Appl Physiol (2003) 90: 317–325 DOI 10.1007/s00421-003-0953-9 Review Article URL: <http://www.springerlink.com/content/06av15jm3g2rm7bd/fulltext.html> (дата обращения: 17.09.09).
197. Pomeranz M., Macaulay R.J.B., Caudill M.A. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis // Am. J. Physiol. 1985. – V. 246. – P 151-153.
198. Porges S.W. Respiratory sinus arrhythmia: Physiological basis, quantitative methods and clinical implications / S.W. Porges, Grossman P., Janssen K., Vaitl D. (eds.) // Cardiorespiratory and cardiosomatic psychophysiology. – N.Y.: Plenum Press, – 1986. – P.101-115.

199. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variability as a marker of supatho-vagal interaction in man and conscious dog / M. et al. // *Circ. Res.* – 1986. – V. 59. – P. 178-193
200. Power spectrum analysis of beat to beat cardiovascular control / S. Akselrod et al. // *Science.* – 1981. – V. 213. – P. 220-222.
201. Prognostic significance of 24 hour monitoring of heart rate variability in long-term space flight / R.M. Baevsky et al. // *J. of Cardiovascular diagnosis and procedures: XIII Congress of the cardiovascular system dynamic society.* – Gent, Belgium, 1998. – P. 140.
202. Regular non-vigorous physical activity and cholesterol levels in the elderly / S. Knights et al. // *Gerontology.* – 1999. – 45(4). – P. 213-9.
203. Relationship between age and heart rate variability in supine and standing postures: a study of spectral analysis of heart rate / V. Yeragani et al. // *Pediatr. Cardiol.* – 1994. – N 15. – P. 14-20.
204. Relation of diet to high-density-lipoprotein cholesterol in middle-aged marathon runners, joggers, and inactive men / G.H. Hartung et al. // *New. Engl. J. Med.* – 1980. – V. 302. – P. 357-361.
205. Reliability of heart rate variability measures at rest and during light exercise in children / Winsley R.J. et al. [Электронный ресурс] // *Br J Sports Med* 2003; 37:550 –552. Abstracts. URL:<http://bjsm.bmj.com/>
206. Research overview. Institute of HeartMath, Salinas, CA, 1997.
207. Richard D., Birrer R. Exercise stress testing // *J. Farm. Pract.* – 1988. – V. 26. – N 4. – P. 425-435.
208. Richter J. Deutet sich das Ende der Sexualakzelerationan? // *Zschr. des. Hyg.* – 1981. – Bd. 27. – H.6. – S. 485-487.
209. Sayers B.M. Analysis of heart rate variability // *Ergonomics.* 1973. – V. 16. – № 1. – P. 17-32.
210. Scalling patterns of heart rate variability data / E.R. Bojorges-Valdes et al. [Электронный ресурс] // *Physiol Meas* 2007. Jun; 28(6): 721-30. Epub 2007 May 25. Abs. URL: <http://www.iop.org/EJ/abstract/0967-3334/28/6/010/> (дата обращения: 17.09.09).
211. Schlyk N., Zhuzhov A. Krasnoperova T. Individual peculiarities of the vegetativ regulation mechanisms in skiers (according to Imathematical analysis data the cardiac rhythm). // *Overtfining and overreachiyg in sport: Physiologikal, Psychologicakal and Biomedical Considerations – Memphis, 1996.* – P. 51.

212. Schlyk N. Autonomic regulation of circulation and cardiac contractility in pre-school children: aging and individual features / N. Shlyk // XVIII European congress on noninvasive cardiovascular dynamics, Reggio Emilia, Itali, 1997.
213. Schlyk N.I., Berseneva A.P., Bersenev I.A. Heart rate variability in schoolboys // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 – 30, 1998, Gent, Belgium). – 1998. – V. 15. – № 2. – P. 140.
214. Schlyk N.I., Sapoznikova E.N. The individual portrait of mechanisms of vegetative regulations in schoolchildren variability (according to the facts of heart rate) // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 - 30. 1998, Gent. Belgium). – 1998, – V. 15. – № 2. – P. 141.
215. Schram V., Hanson P. Exercise prescription for cardiac rehabilitation patients using weighted walking // Circulation. – 1985. – V. 72. – N 4. Pt 2. – P. III-39, abs. 156.
216. Selye H. Stress without distress. – Philadelphia: Lippincott, 1979.
217. Serum lipoprotein cholesterol in sedentary and trained male patients with coronary heart disease / A. Berg et al. // Clin. Cardiol. – 1981. – V. 4. – P. 233-237.
218. Sex hormone profiles of premenarcheal athletes / A. Peltenburg et al. // Europ. J. Appl. Physiol. – 1984. – V. 52. – P. 385-392.
219. Skinner J.S., McLellan T.H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism // Res. Quart. – 1980. – V. 51. – P. 234-248.
220. Spectral analysis of blood pressure and heart rate variability in evaluating cardiovascular regulation / G. Parati et al. // Hypertension. – 1995. – Vol. 25. – P. 1276-1286.
221. Spectral analysis of heart rate variability following human heart transplantation: evidence for functional reinnervation / E. I. Fallen et al. // J. Auton. Nerv. Syst. – 1988. – Vol. 23. – P. 69-90.
222. Speroff L., Redwine D. Exercise and menstrual function // Physician Sportsmed. – 1980. – V. 8. – P. 42-44.
223. Staizel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system [Электронный ресурс] // Swiss Med Wkly 2004; 134: 514–522 Системные требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.smw.ch/docs/pdf200x/2005/07/smw-10925.pdf>.

224. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability/ Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. // *Circulation*. – 1996; 93; – P. 1043-1065.
225. Tesch P., Lindeberg S. Blood lactate accumulation during arm exercise in world class Kayakpaddlers and strenght trained athletes // *J. Europ. Appl. Physiol.* – 1984. – V. 52. – P. 441-445.
226. Tesch P., Thorsson A., Kaiser P. Muscle capillary supply and fiber type characteristics in weight and power lifters / P. Tesch, A. Thorsson, P. Kaiser // *J. Appl. Physiol.* – 1984. – V. 50. – N 1. – P. 35-38.
The genetic contribution to heart rate and heart rate variability in quiescent mice / Reuben Howden et al.[Электронный ресурс] // *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2008 July; 295(1): H59–H68. Published online 2008 May 2. doi: 10.1152/ajpheart. 00941.2007. Abstracts. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez> (дата обращения: 17.09.09).
227. Wawryk A.M. Power spectral analysis of heart rate variability in children and adolescents with IDDM / A.M. Wawryk and al. *Diabetes Care*. – 1997. – Vol. 20 (9). – P. 1416-1421.
228. Uptake of 3 H-leucine into different fractions of rat skeletal muscle following acute endurance and sprint exercise / H. Wenger at al. // *Europ. J. Appl. Physiol.* – 1981. – V. 47. – P. 83-92.
229. Whipp B.J. Pardy R.L. Breathing during exercise // *Handbook of physiology*. Sect. 3: The respiration system. – Bethesda (Maryland). 1986. – V. 3. – P. 605-630.
230. Yamamoto Y., Hughson R.L. On the fractal nature of heart rate variability in humans: effects of data length and beta-adrenergic blockade. // *Am-J-Physiol.* – 1994 Jan – 266(1 Pt 2). – P. 40-9.

Научное издание

Наталия Ивановна Шлык

**Сердечный ритм и тип регуляции у детей,
подростков и спортсменов**

Монография

Авторская редакция

Подписано в печать 01.10.2009. Формат _____
Печать офсетная. Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____.
Тираж _____ экз. Заказ № _____.

Издательство «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4.
Тел./факс: (3412) 500-295, e-mail: editorial@udsu.ru