

УДК 796.01

# ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ К ТРЕНИРОВОЧНОЙ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА)

Н.И. Шлык

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

Для связи с автором: medbio@uni.udm.ru

**Аннотация:**

В работе представлен новый подход к вопросам спортивной подготовки спортсменов на основе определения преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма и, в соответствии с этим, планирование и своевременная коррекция тренировочного процесса. Показано, что индивидуальные типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но и по степени переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок.

**Ключевые слова:** спортсмены, ритм сердца, тип вегетативной регуляции, ортостаз, индивидуальный подход к тренировочному процессу, оценка перетренированности.

## EXPRESS - EVALUATION OF THE FUNCTIONAL READINESS OF THE ORGANISM ATHLETES FOR TRAINING AND COMPETITIVE ACTIVITY (ACCORDING TO THE ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY)

Shlyk Natal'ya Ivanovna

Udmurt State University, Izhevsk, Russia

**Abstract:**

In the scientific work a new approach to the questions of athletes' sports training is presented. This approach was created on basis of predominant autonomic regulation's type definition according to the analysis of variability of heart rate. And in accordance to the results of the analysis planning and timely correction of training process are produced. It is shown, that individual types of regulation differ not only in autonomic balance but in endurance degree of training and emulative load as well.

**Key words:** sportsmans, heart rate, type of autonomic regulation, orthostasis, individual approach to training process, overtraining evaluation.

**ВВЕДЕНИЕ**

Адаптация организма спортсменов к условиям возрастающих тренировочных нагрузок и сохранение гомеостаза основных жизненно важных систем требуют постоянной работы регуляторных механизмов и систематического контроля за их состоянием [1].

Установлено, что регуляторные системы под влиянием систематических оптимальных физических нагрузок способны к совершенствованию, чрезмерные нагрузки ведут к поломкам в системах управления. Поэтому в тренировочном процессе спортсменов необходим постоянный динамический контроль за функциональным состоянием и реактивностью регуляторных систем, определяющих эффективность работы адаптационных механизмов

и возможные их нарушения. Важно понять, что при дисрегуляторных проявлениях спортсмен не должен тренироваться, и тем более выступать на соревнованиях. Это приводит к перенапряжению и срыву в состоянии регуляторных систем, к болезни адаптационных механизмов.

Показано, что формирование оптимальной адаптации организма к условиям тренировочного процесса в первую очередь зависит от индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции [2]. Типологические особенности вегетативной регуляции указывают, что функциональные и адаптационно-резервные возможности организма спортсменов индивидуальны и реализуются разным включением регуляторных систем, что по-

зволяет прогнозировать эти возможности и управлять тренировочным и динамическим здоровьем спортсменов.

Состояние выраженного напряжения ведет к нарушению вегетативного гомеостаза и снижению регуляторно-адаптивных возможностей организма. При этом важно знать, насколько нарушен и устойчив вегетативный дисбаланс. С этой целью крайне важно внедрять в спортивную практику экспресс-методы раннего распознавания неадекватной реакции организма на физические нагрузки. Этим экспресс-методом является динамический анализ ВСР. Изучение индивидуального портрета ВСР в тренировочном процессе каждого спортсмена делает метод ВСР незаменимым для оперативного контроля вероятности развития перенапряжения и донозологических состояний.

Известно, что нарушение вегетативного гомеостаза – прямой путь к развитию спортивной патологии, и в первую очередь со стороны сердечно-сосудистой системы. К сожалению, при занятиях спортом тренерами и врачами чаще всего не учитываются индивидуально-типовидные особенности вегетативной регуляции и ее адаптационно-резервные возможности, что является одной из первопричин быстрого наступления вегетативной дисрегуляции и перетренированности организма уже на начальных этапах тренировочного процесса [2]. Сердечно-сосудистая система является главной «мишенью» действия тренировочных и соревновательных нагрузок. Именно поэтому в первую очередь нужно изучать не ЧСС, а ее регуляцию, так как одна и та же ЧСС может скрывать за собой разную степень напряжения (перенапряжения) кардиорегуляторных систем [1, 2, 3]. В двух ранее изданных монографиях и ряде статей мы делимся 30-летним опытом практического применения экспресс-метода анализа вариабельности сердечного ритма у детей, подростков и спортсменов [2, 3].

Используя современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций и представления о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, мы сделали попытку разработать новый подход к анализу ВСР [1]. В основе этого подхода лежит определение преобладающего типа вегетативной регуляции

согласно предложенной нами классификации и, в соответствии с этим, индивидуальный подход к планированию тренировочных нагрузок, своевременное выявление перетренированности и коррекция планов спортивных тренировок и выступлений на соревнованиях. На основании многочисленных исследований было выделено четыре типа вегетативной регуляции: умеренное и выраженное преобладание центрального контура регуляции (I и II типы), умеренное и выраженное преобладание автономного контура регуляции (III и IV типы). За основу предложенной классификации берутся не отдельные вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), как общепринято, а центральный и автономный контуры управления физиологическими функциями, тем самым подтверждая участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единой регуляторной системы. В этом заключается системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по данным анализа ВСР.

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).

Состояние регуляторных систем во многом генетически детерминировано, что дает возможность прогнозировать регуляторно-адаптивные возможности организма. Нами установлено, что I и III типы вегетативной регуляции генетически заложены, а II и IV типы являются приобретенными. Включение в процесс управления центрального контура дестабилизирует управляющую систему (организм), особенно когда выраженная высокая активность центрального контура полностью

подавляет процессы саморегуляции.

Для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы организм спортсменов с выраженным преобладанием центрального контура регуляции постоянно затрачивает больше усилий при адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам, нежели организм спортсменов с умеренным преобладанием автономного контура регуляции.

Немалую роль в оценке адаптации организма к тренировочным нагрузкам и выявлении наиболее перегруженных систем регуляции имеет проведение ортостатического тестирования. В результате многочисленных исследований ВСР у спортсменов разных видов спорта и возраста при ортостатической пробе нами показано, что качество и выраженность вегетативного реагирования на изменение положения тела зависят, в первую очередь, не от возраста и специфики спорта, а от преобладающего типа вегетативной регуляции (умеренного или выраженного преобладания центрального или автономного контуров регуляции ритма сердца) [5].

В данной статье доказывается необходимость и целесообразность использования экспресс-метода анализа ВСР для индивидуального контроля за уровнем функциональной готовности спортсменов с разным состоянием вегетативной регуляции к тренировочной и соревновательной деятельности.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении исследований и анализе ВСР использовались аппарат «Варикард 2.6» и программа «Иским-6». Исходя из многолетнего опыта работы с этим методом, особо подчеркнем, что программа «Иским-6», разработанная в Институте внедрения новых медицинских технологий «РАМЕНА» и используемая в космических исследованиях, на сегодняшний день является наиболее точной и информативной. В наших исследованиях запись кардиоинтервалограмм и ЭКГ (II стандартное отведение) проводилась в положениях лежа (5 мин) и стоя (6 мин) утром до завтрака перед первой тренировкой, а также за день, два или три дня до начала соревнований. При записи ритмо-кардиограммы анализируется вариабельность

R-R интервалов при обязательном синусовом источнике автоматизма, что позволяет судить о работе синусового узла. Синусовый узел характеризует работу различных регуляторных систем, а они, в свою очередь, – состояние организма в целом и оптимальность его реакции на внешнюю среду [1].

Для экспресс-определения типа вегетативной регуляции из 38 временных и спектральных показателей ВСР за основу брались только два SI и VLF. Первый показатель (SI) характеризует степень активности центрального контура регуляции над автономным, а второй (VLF) отражает мобилизацию энергетических и метаболических резервов при физических и психоэмоциональных нагрузках. При этом учет остальных показателей ВСР строго обязателен. Физиологическое обоснование показателей временного и частотного анализа ВСР основано на современных представлениях о вегетативной регуляции сердца, участии в ней симпатического и парасимпатического отделов, подкоркового сердечно-сосудистого центра и более высоких уровнях управления [6].

Согласно предложенной классификации экспресс-оценки типа вегетативной регуляции, умеренному преобладанию центрального контура регуляции (I тип) соответствуют значения  $SI > 100$  усл. ед.,  $VLF > 240 \text{ м}^2$ , выраженному преобладанию центральной регуляции (II тип) –  $SI > 100$  усл. ед.,  $VLF < 240 \text{ м}^2$ , умеренному преобладанию автономной регуляции (III тип) –  $SI$  от 30 до 100 усл. ед.,  $VLF > 240 \text{ м}^2$ , выраженному преобладанию автономной регуляции (IV тип) –  $SI$  от 10 до 30 усл. ед.,  $VLF > 240 \text{ м}^2$ ,  $TP > 8000 \text{ м}^2$ . Последний (IV) тип вегетативной регуляции у спортсменов может иметь как «физиологический», так и «патологический» характер. «Физиологический» тип отражает высокий уровень тренированности, а «патологический» указывает на состояние переутомления, перетренированности, перенапряжения. Его можно определить, если при анализе ВСР резко снижаются значения  $SI < 10$  усл. ед. и при этом резко возрастают показатели  $TP > 16000-20000 \text{ м}^2$ , эти изменения могут указывать на различные нарушения ритма сердца, что требует анализа ЭКГ, консультации врача-кардиолога.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализа ВСР у исследуемых от 16 до 21 года в зависимости от индивидуально-типологических особенностей представлены в таблице 1. Сравнительный анализ временных (MxDMn, RMSSD, SI) и спектральных (TP, HF, LF, VLF, ULF) показателей ВСР у исследуемых с разными типами вегетативной регуляции в каждой возрастной группе выявил достоверные различия при  $P < 0,05$ .

Согласно представленным данным установлено,

что у исследуемых с преобладанием центральной регуляции (I и II типы) независимо от возраста достоверно меньше разброс кардиоинтервалов (MxDMn), больше SI, меньше суммарная мощность спектра (TP) и меньше показатели волновой структуры спектра ВСР (HF, LF, VLF и ULF), чем у исследуемых с преобладанием автономной регуляции (III и IV типы). Эти данные указывают на избыточность симпатических влияний на сердце, особенно у исследуемых со II типом вегетативной регуляции. Известно, что более низкая амплитуда вазомоторных (LF) и низкочастотных

**Таблица 1 – Показатели ВСР у исследуемых 16-21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции**

Тип регуляции	Возраст	ЧСС, уд/мин	MxDMn, мс	SI, усл.ед.	TP, мс	HF, мс	LF, мс	VLF, мс	ULF, мс	HF%	LF%	VLF%	ULF%
I тип	16 лет	M 80* ±m ±3	232* ±17	151* ±19	1975* ±223	440* ±29	605* ±131	389* ±54	541 ±134	24* ±2	30 ±4	20* ±2	26* ±5
	17 лет	M 79 ±m ±6	209* ±11	170* ±37	1921* ±210	482* ±137	550* ±76	451 ±58	437 ±93	25 ±6	29 ±3	24* ±2	23 ±4
	18 лет	M 75 ±m ±3	222* ±12	146* ±11	1583* ±151	384* ±80	583* ±54	366* ±15	250* ±75	23* ±3	38 ±2	25* ±3	14 ±3
	19 лет	M 81* ±m ±2	237* ±10	142* ±11	1556* ±107	393* ±55	489* ±55	364* ±36	311* ±61	25* ±3	32 ±3	24* ±3	19* ±3
	20 лет	M 76* ±m ±3	208* ±9	173* ±14	1513* ±176	336* ±61	499* ±85	355* ±29	324* ±68	22* ±3	32 ±3	25* ±2	21 ±3
	21 год	M 79* ±m ±5	219* ±4	155* ±16	1948* ±17	429* ±78	638* ±49	283* ±15	596 ±61	22* ±4	33 ±3	15 ±1	31* ±3
II тип	16 лет	M 82 ±m ±6	185* ±22	241* ±45	1247* ±298	454* ±90	381* ±156	187* ±13	224* ±53	38 ±4	28 ±5	17 ±2	18* ±1
	17 лет	M 86* ±m ±3	153* ±13	430* ±63	826* ±179	295* ±111	274* ±58	109* ±15	149* ±28	25 ±5	34 ±3	19 ±3	23 ±3
	18 лет	M 89* ±m ±2	162* ±11	410* ±37	819* ±92	291* ±53	257* ±30	99* ±8	173* ±27	28* ±3	34 ±2	15 ±1	23* ±2
	19 лет	M 88* ±m ±1	161* ±7	392* ±37	818* ±74	270* ±36	298* ±36	108* ±8	142* ±18	29* ±2	35 ±2	16* ±1	20 ±2
	20 лет	M 78* ±m ±2	184* ±7	265* ±32	1033* ±81	375* ±43	367* ±42	119* ±7	173* ±19	33* ±19	34* ±2	14 ±1	18 ±2
	21 год	M 75* ±m ±2	182* ±8	219* ±22	1154* ±100	439* ±50	365* ±44	142* ±14	207* ±36	38 ±3	32 ±2	13 ±1	17 ±2
III тип	16 лет	M 71 ±m ±1	323 ±7	63 ±3	3880 ±207	1615 ±124	1189 ±87	532 ±40	543 ±67	42 ±2	31 ±2	14 ±1	14 ±1
	17 лет	M 76 ±m ±3	323 ±13	63 ±5	3769 ±558	1430 ±395	1053 ±141	787 ±70	787 ±179	35 ±5	30 ±3	15 ±3	19 ±2
	18 лет	M 69 ±m ±2	380 ±20	51 ±5	4635 ±471	1918 ±364	1656 ±164	536 ±49	524 ±86	38 ±3	37 ±2	13 ±1	12 ±2
	19 лет	M 68 ±m ±1	378 ±15	50 ±3	4355 ±343	1725 ±267	1488 ±151	498 ±36	644 ±103	37 ±3	34 ±2	13 ±1	16 ±2
	20 лет	M 61 ±m ±1	359 ±10	48 ±3	4483 ±324	1956 ±160	1359 ±169	509 ±28	659 ±99	43 ±2	29 ±2	14 ±1	15 ±1
	21 год	M 61 ±m ±1	363 ±14	48 ±4	4345 ±332	1907 ±198	1292 ±174	490 ±36	656 ±112	43 ±2	29 ±2	13 ±1	15 ±2
IV тип	16 лет	M 62* ±m ±3	537* ±35	18* ±2	11050* ±1576	6467* ±1075	2750* ±446	884* ±134	928 ±207	58* ±4	25 ±2	8* ±1	9
	17 лет	M 70 ±m ±6	466* ±41	26* ±2	8513* ±1317	5963* ±135	1173 ±483	512 ±343	866 ±626	72* ±13	13* ±4	6* ±3	9 ±6
	18 лет	M 63* ±m ±2	527* ±30	21* ±2	10934* ±1392	6693* ±1457	2315 ±386	729 ±85	1196 ±334	58* ±5	23* ±4	8* ±1	12 ±3
	19 лет	M 60* ±m ±3	554* ±21	19* ±1	7508* ±971	3311 ±766	2141* ±241	882* ±105	1173 ±251	40 ±5	29 ±2	14 ±3	17 ±3
	20 лет	M 56* ±m ±1	551* ±19	17* ±1	10333* ±955	3546* ±337	3878* ±526	1441* ±264	1468* ±351	37 ±3	37* ±3	13 ±1	13 ±2
	21 год	M 54* ±m ±1	538* ±20	19* ±1	10319* ±1231	3542* ±347	3143* ±347	1094* ±249	2541* ±855	40 ±4	31 ±3	10 ±1	18 ±4

\* - достоверные различия показателей относительно III группы при  $p < 0,05$

Таблица 2 – Распределение исследуемых по преобладающим типам вегетативной регуляции сердечного ритма (по данным анализа ВСР)

Возраст	I тип, %	II тип, %	III тип, %	IV тип, %	Всего (чел.)
16 лет	13,8	6,9	63,8	15,5	58
17 лет	15,6	46,9	34,4	3,1	32
18 лет	12,0	54,2	24,1	9,6	83
19 лет	12,3	50,0	29,2	8,5	106
20 лет	8,6	35,1	40,4	15,9	151
21 год	3,8	24,4	44,9	26,9	78
Всего	10,2	37,2	38,4	14,2	508

(VLF) волн в спектре ВСР у исследуемых II типа регуляции по сравнению с таковыми у исследуемых I типа указывает на существенное напряжение стволового сосудодвигательного центра и надсегментарных влияний. Установлено, что подобные состояния со стороны регуляторных систем у спортсменов часто приводят к развитию электрической нестабильности миокарда [7].

Согласно данным распределения по типам вегетативной регуляции, представленным в таблице 2, выраженное преобладание центральной регуляции (II тип) особенно часто встречается у исследуемых 17, 18 и 19 лет. У них в этом возрасте больше ЧСС, SI, меньше значения MxDMn, TP, HF, LF,

VLF. Это необходимо учитывать тренерам, так как учеба в вузе (1, 2, 3-й курсы) и большие тренировочные нагрузки часто ведут к выраженному росту напряжения вегетативной регуляции.

Необходимо отметить, что избыточное включение симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) в состоянии покоя у исследуемых со II типом регуляции почему-то не корректируется со стороны парасимпатического отдела, призванного восстанавливать и сохранять гомеостаз, что, в свою очередь, является донозологической основой для развития дизадаптации.

Данные анализа ВСР у исследуемых с III типом регуляции показывают, что умеренное преоб-

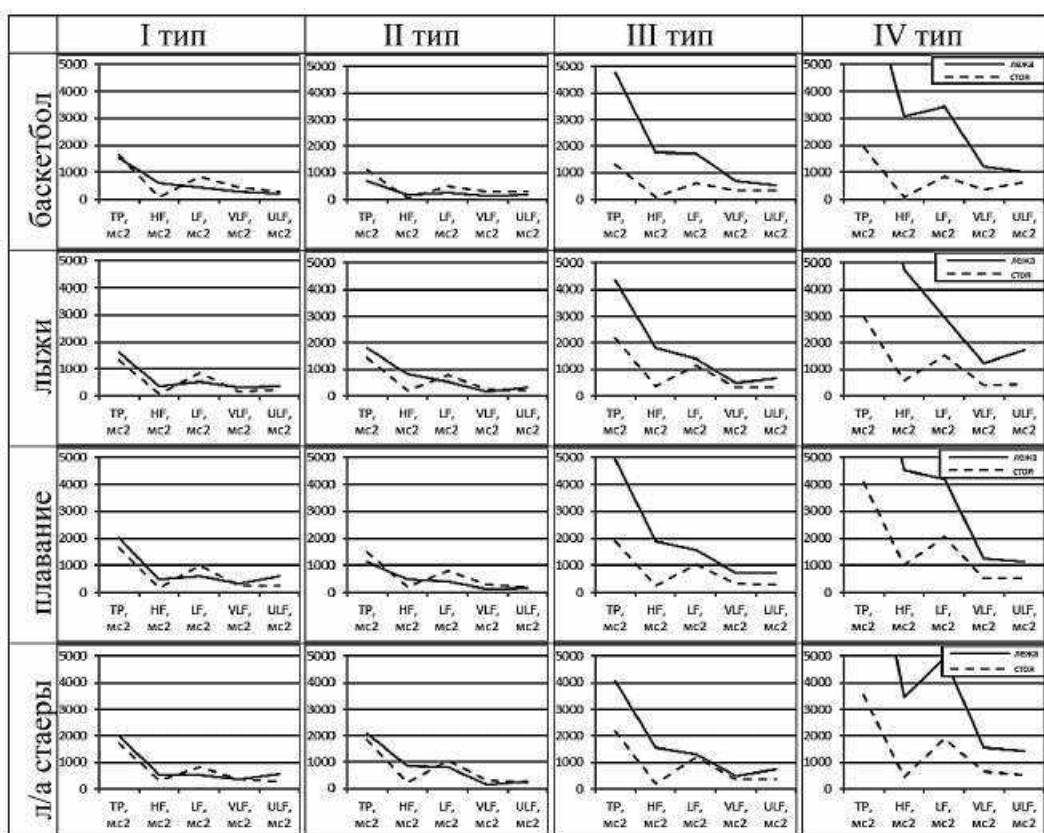


Рисунок 1 – Варианты реакции на ортостаз в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции у спортсменов разных видов спорта

ладание дыхательных волн (HF) в структуре спектра ВСР согласуется с представлениями об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце. Подобное состояние ВСР можно принять за физиологическую «норму» состояния регуляторных систем, отражающих высокие адаптационные возможности организма. Предположение о наличии физиологической «нормы» ВСР у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции подтверждают данные анализа ВСР, полученные нами у спортсменов [8, 9].

Наблюдаемое у исследуемых с IV типом вегетативной регуляции существенное удлинение R-R кардиоинтервалов и увеличение значения MxDMn подтверждают выраженность парасимпатической регуляции на ритм сердца по сравнению с показателями исследуемых с III типом регуляции. Считается, что смещение водителя ритма не всегда обусловлено влияниями вегетативной нервной системы. Это явление отражает феномен ускользания функционирования СА-узла из-под нейрогуморального контроля.

Кроме того, у исследуемых с избыточной парасимпатической активностью (IV тип) часто встречающиеся аритмии могут быть связаны и с множеством других причин. На этот вопрос должны дать ответ кардиологи после тщательных клинических исследований [10].

Многочисленные клинические наблюдения, направленные на определение роли дисфункции центральной и вегетативной нервной системы в возникновении аритмий, подтверждены экспериментальными исследованиями, доказывающими, что раздражение гипоталамуса и ствола мозга может развивать различные аритмии. Очаги хронической инфекции независимо от возраста также придается определенное значение в возникновении аритмий.

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 выраженным сдвигами парасимпатического звена. Таким образом, выявленные нами типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у исследуемых 16-21 года

указывают, что функциональные возможности организма индивидуальны и осуществляются у разных людей включением разных звеньев кардиорегуляторных систем. Эти данные согласуются с исследованиями ВСР, полученные нами у детей 7-15 лет [2, 3].

Важно понять, что усреднение показателей ВСР у лиц с разными преобладающими типами вегетативной регуляции ведет к ложной интерпретации вегетативного гомеостаза и, как следствие, к дискредитации самого метода.

Нами установлено, что выявленные типы вегетативной регуляции различаются не только по вегетативному гомеостазу, но и по механизмам адаптации кардиорегуляторных систем к одинаковым тренировочным нагрузкам.

Выраженная вегетативная дисрегуляция характерна для II и IV типов. Согласно нашим исследованиям, для занятий спортом необходимо отбирать индивидуумов с III (генетически детерминированным) типом вегетативной регуляции, то есть с нормальным состоянием функционирования синусового узла и отсутствием нарушений вегетативного гомеостаза, что обеспечит оптимальное регулирование организма и его максимальные адаптационные возможности при взаимодействии с факторами внешней среды и при адаптации к спортивным нагрузкам.

При анализе ВСР в положении лежа определяется вегетативный гомеостаз с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, а при переходе в положение стоя выявляется качество вегетативной реактивности, по которой можно судить об адаптационно-резервных возможностях организма спортсмена. Согласно представленным на рисунке 1 данным ВСР, характер реакции на ортостаз в первую очередь зависит от преобладающего типа вегетативной регуляции, а не от вида спорта. Оптимальный вариант реакции в ответ на ортостаз характерен в основном для III типа вегетативной регуляции, когда умеренно изменяются показатели ВСР, увеличиваются ЧСС и SI, снижаются значения MxDMn, HF, HF%, LF, VLF и увеличивается относительный показатель LF%. В остальных случаях первый и второй варианты реакции носят парадоксальный характер (увеличиваются MxDMn, TP, LF, VLF вместо снижения, уменьшается SI вместо увеличения), а четвертый вариант соответ-

ствует гиперреакции. Неблагоприятные варианты реакции на ортостаз чаще выявляются при различных нарушениях вегетативного баланса, выраженному утомлении, перетренированности и донозологических состояниях.

Правильное интерпретирование предложенного экспресс-метода ВСР в покое и ортостазе дает тренеру возможность за самое короткое время получить важную информацию: с каким функциональным состоянием и резервными возможностями спортсмен пришел на очередную тренировку и как прошел процесс восстановления на следующий день после нее, есть ли динамика роста функциональной готовности организма к дальнейшей тренировочной и соревновательной деятельности, кого из спортсменов нужно

ставить на ответственные соревнования, своевременно выявлять перетренированность и донозологические состояния, определять сроки восстановления спортсменов после болезни и дозировать для них тренировочный режим, определять эффективность и соответствие применяемых восстановительных средств.

Важность использования экспресс-метода ВСР до каждой тренировки и на следующее утро после нее дает тренеру возможность знать индивидуальную функциональную готовность спортсменов к выполнению новых объемов физических нагрузок или возможность отстранения от них.

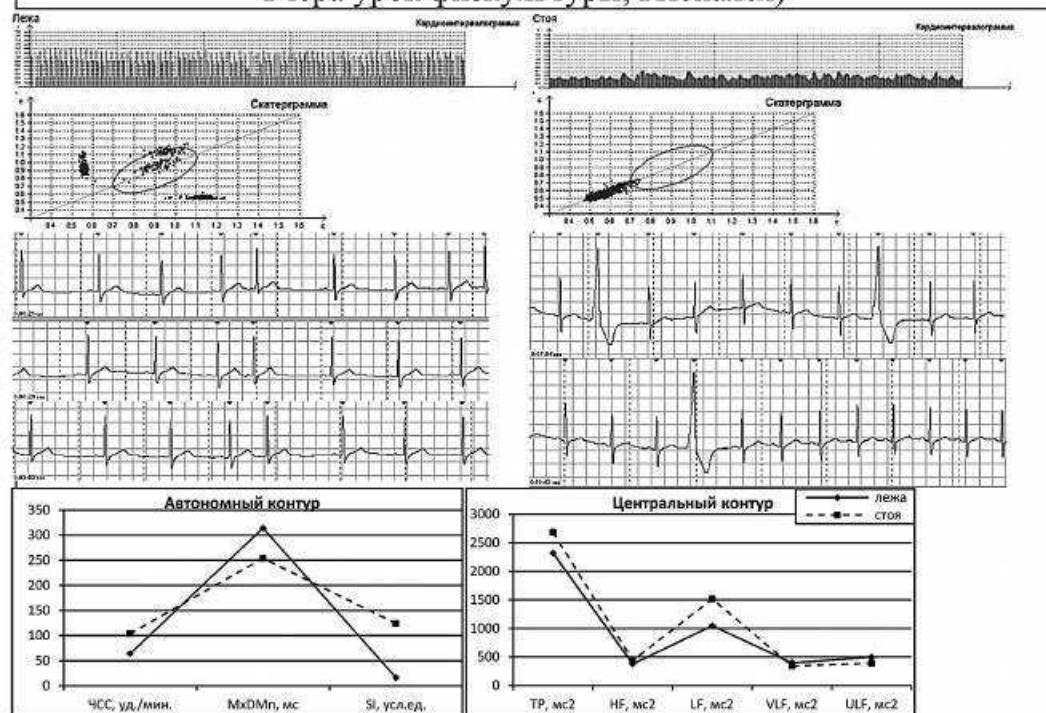
Так, в таблице 3 и на рисунке 2 представлены данные анализа ВСР у биатлониста С. в покое

**Таблица 3 – Показатели ВСР у перетренированного биатлониста С. (15 лет)**

Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	леж	ст	леж	ст	леж	ст	леж	ст	леж	ст	леж	ст	леж	ст	леж	ст
06.11.15	64	<b>104</b>	314	254	16	<b>124</b>	2320	<b>2687</b>	377	<b>439</b>	1046	<b>1516</b>	398	341	499	391

\*выделенные показатели указывают на отклонение от нормы

### 06.11.15 (3 недели не тренировался, вчера урок физкультуры, выспался)



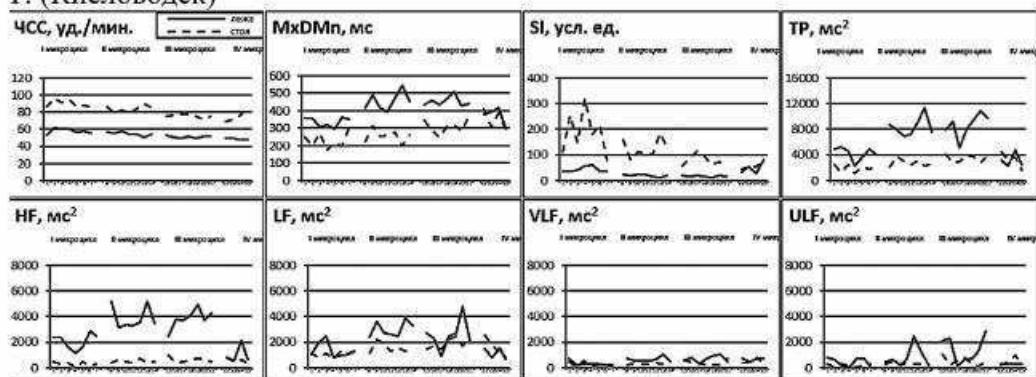
**Рисунок 2 – данные кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста С. в покое и ортостазе утром**

и ортостазе утром перед предстоящей тренировкой. Согласно этим данным выявлены нарушение ритма сердца в покое и ортостазе, выраженная парадоксальная реакция на ортостаз (увеличение ЧСС на 50 ударов, увеличение показателей SI, TP, HF, LF) и появление экстрасистол на ЭКГ. Полученные данные указывают на выраженную перетренированность спортсмена. В этом случае его необходимо отстранить от тренировок и назначить углубленный медицинский осмотр.

Нами были проведены динамические исследования ВСР в покое и ортостазе утром до тренировок в течение 27 дней у двух легкоатлетов-стайеров (КМС) на сборах в условиях среднегорья, выполняющих одинаковые по объему и интенсивности физические нагрузки. На рисунке 3 показано, что функциональные возможности организма у легкоатлета Т во все дни исследования были выше (больше TP, HF, LF, VLF), чем у спортсмена Н. Это подтверждается данными ВСР

при ортостатическом тестировании, при котором выявлены парадоксальные реакции на изменение положения тела (увеличение вазомоторных (LF) и VLF волн спектра вместо снижения), особенно в третьем и четвертом микроциклах. Известно, что «цена» адаптации организма, определяемая с помощью функциональных проб, может выступать как одна из важных характеристик тренированности. Чем больше перегружена та или иная функция организма, тем меньше или парадоксней ее ответ на предъявляемую нагрузку. Это особенно важно для оценки кардиорегуляторных систем организма спортсмена. Из этого следует, что объем и интенсивность тренировочных нагрузок у спортсмена Н должны быть скорректированы. Важно подчеркнуть, что у спортсмена Т спортивные результаты выше. Кроме того, на рисунке 3 можно четко проследить по динамике показателей ВСР и вегетативной реактивности нарастающее утомление от первого к четверто-

### Г. (Кисловодск)



### Н. (Кисловодск)

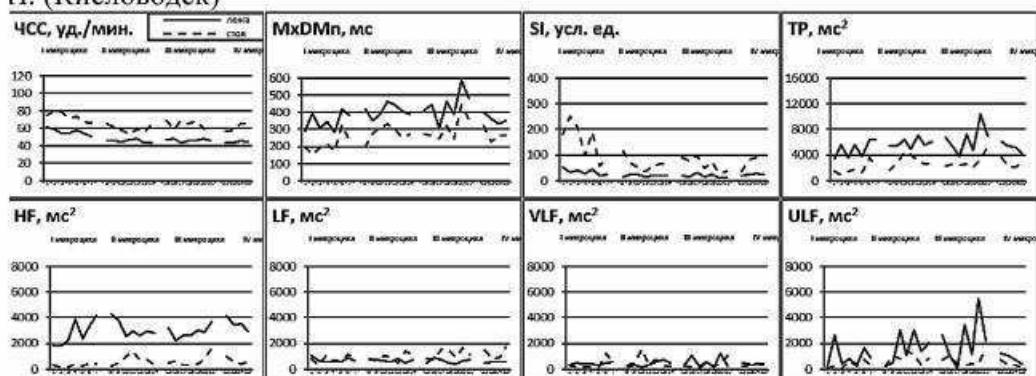


Рисунок 3 – Состояние вегетативной регуляции у легкоатлетов в покое и ортостазе в условиях среднегорья в течение 4 тренировочных микроциклов при выполнении одинаковых тренировочных нагрузок

му микроциклу у обоих спортсменов, которое более выражено у спортсмена Н.

Бесконтрольное наращивание объемов и интенсивности тренировочных нагрузок и сокращение периодов восстановления часто приводят к перетренированности и низким спортивным результатам. В этом случае крайне важна ранняя диагностика состояния вегетативного гомеостаза и вегетативной

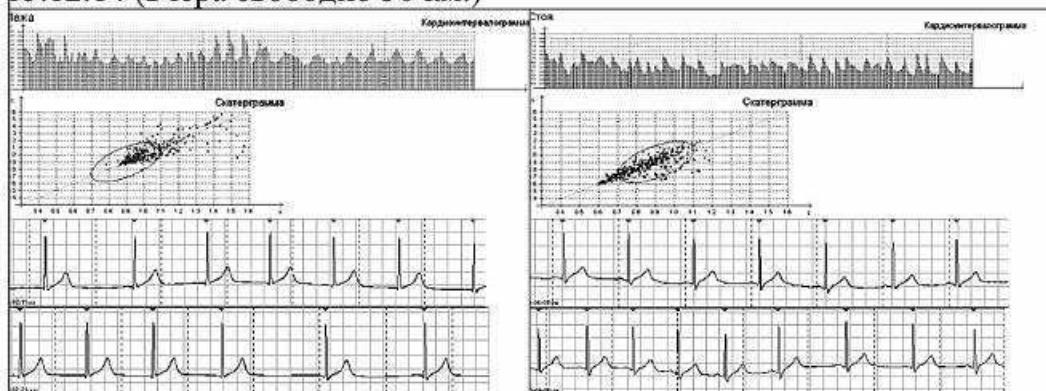
реактивности. В таблице 4 представлены данные анализа ВСР у лыжника 18 лет, согласно которым после пробегания 30 км дистанции (14.12.2014) на следующий день утром (15.12.2014) спортсмен не был полностью восстановлен, об этом свидетельствует резкое увеличение значений MxDMn, TP, LF, LF% в покое и выраженная парадоксальная реакция на ортостаз (нет изменений SI, уве-

**Таблица 4 – Показатели ВСР в покое и ортостазе у перетренированного лыжника Б. (18 лет) до и после соревнований**

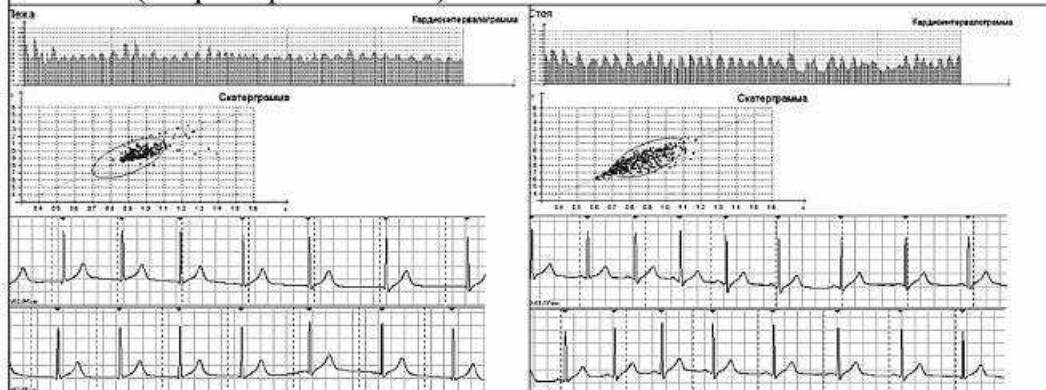
Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл. ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>		HF%		LF%		VLF%	
	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой	леж	стой
15.12.14	57	71	<b>863</b>	583	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>25959</b>	13234	2410	<b>2670</b>	<b>14516</b>	8215	1287	<b>1550</b>	7746	799	13	21	<b>80</b>	<b>66</b>	7	13
16.12.14	51	78	<b>687</b>	528	<b>19</b>	<b>23</b>	3955	<b>8081</b>	404	<b>1053</b>	2825	<b>5101</b>	496	<b>1131</b>	230	795	11	15	<b>76</b>	<b>70</b>	13	15
13.02.15	64	87	358	<b>337</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	3953	<b>5181</b>	976	737	<b>2358</b>	<b>2713</b>	<b>174</b>	<b>808</b>	445	924	28	17	<b>67</b>	<b>64</b>	5	19
15.02.15	<b>62</b>	<b>71</b>	398	<b>547</b>	<b>43</b>	<b>18</b>	6947	<b>13121</b>	1458	<b>2154</b>	4274	<b>9461</b>	607	<b>993</b>	608	512	23	17	<b>67</b>	<b>75</b>	10	8

15.12.14 – вчера свободно 30 км; 16.12.14 – вчера тренировка 23 км; 13.02.15 – 15 км равномерно и 5 км интенсивно, не выспался, заложен нос, за один день до соревнований; 15.02.15 – вчера соревнования \*выделенные значения ВСР указывают отклонения от нормы

### 15.12.14 (вчера свободно 30 км.)



### 15.02.15 (вчера соревнования)



**Рисунок 4 – Данные кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного лыжника Б. (18 лет) до и после соревнований**

личение HF, VLF, выраженное снижение ТР, LF). Выраженное абсолютное и относительное преобладание LF (80%) в спектре свидетельствует о существенном напряжении сердечно-сосудистой системы и ее медленном восстановлении. При этом спортсмен в этот день выполняет нагрузку (бежит 23 км.). По результатам анализа ВСР на следующий день (16.12.2014) сохраняется выраженное преобладание LF (76%) и парадоксальная реакция на ортостаз становится более выраженной. Приведенные данные анализа ВСР указывают на устойчивое выраженное нарушение вегетативного баланса и вегетативной реактивности, электрической нестабильности сердца, которые сохраняются в течение двух месяцев. Об этом свидетельствуют повторные исследования ВСР за день до соревнований (13.02.2015). На следующий день после соревнований (15.02.2015) регистрируется усиление дисрегуляторных процессов. Спортсмен на соревнованиях показал низкие результаты. Налицо тесная связь между нарушением вегетативного баланса, вегетативной реактивности, снижением функциональных и адаптационно-резервных возможностей организма и низкими спортивными результатами. Бессмысленно выставлять спортсмена на соревнования, если весь тренировочный процесс уже в предсоревновательном периоде не соответствовал функциональной готовности организма к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Этот пример еще раз доказывает, что метод экспресс-анализа ВСР очень чувствительный, информативный, он помогает четко определить соответствие тренировочного процесса функциональным возможностям и готовности организма к соревновательной деятельности. Однако многие тренеры и врачи

по-прежнему определяют функциональное состояние спортсменов и степень переносимости физических нагрузок в основном по частоте сердечных сокращений (ЧСС) без учета того, что одинаковая ЧСС не всегда отражает истинное состояние сердечно-сосудистой системы, так как определяются многочисленными регуляторными механизмами. Влияния различных регуляторных механизмов на ритм сердца взаимосвязаны, и установить эти связи в силу их сложности не всегда возможно. Поэтому оценка изменения вариабельности сердечного ритма как результата действия всей совокупности факторов, влияющих на ритм сердца, является необходимой [1, 2, 3, 10].

## ВЫВОДЫ

1. Крайне важно внедрять в спортивную практику врача, тренера и самого спортсмена метод экспресс-анализа ВСР в покое и ортостазе для раннего распознавания признаков перенапряжения регуляторных систем и неадекватности реакции организма на выполняемые тренировочные и соревновательные нагрузки и своевременно вносить корректизы в тренировочный процесс.
2. На основе динамических исследований ВСР в покое и ортостазе возможно осуществлять индивидуальный подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, что будет способствовать реальной возможности повышения уровня функциональной готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности.
3. По результатам экспресс-анализа ВСР спортсмены с выраженным нарушениями вегетативного баланса в покое и парадоксальной реакцией на ортостаз не должны допускаться к тренировкам и соревнованиям, им необходим углубленный медицинский осмотр.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баевский, Р. М., Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Новые методы электрокардиографии / Под ред. С. В. Грачева, А. Л. Сыркина. – М. : Техносфера, 2007. – С. 474–496.
2. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : монография / Н. И. Шлык. – Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
3. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей / Н. И. Шлык. – Ижевск : Филиал издательства Нижегородского университета, 1991. – 418 с. : ил. 32.
4. Шлык, Н. И. Тип вегетативной регуляции и риск патологии сердца у спортсменов (по результатам динамических исследований ВСР и дисперсионного картирования ЭКГ) / Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова, Т. Г. Кириллова // Мат. Всероссийской (с международным участием) науч.-практ. конференции «Спор-

- тивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи-2012». – Волгоград, 2012. – С. 17-25.
5. Шлык, Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практика применения. Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26–28 октября 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 348-369.
  6. 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.: Ин-т кардиол. техники, 2000.
  7. Шлык, Н. И. Динамические исследования вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции / Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова, Т. Г. Кириллова, А. П. Жужков // XXII съезд Физиологического общества имени И. П. Павлова : Тезисы докладов. – Волгоград : Изд-во ВолгГМУ, 2013. – С. 601.
  8. Жужков, А. П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. П. Жужков. – Казань, 2003. – 23 с.
  9. Шумихина, И. И. Особенности вариабельности сердечного ритма юных хоккеистов / И. И. Шумихина, Н. И. Шлык, Т. В. Краснoperova // XX Съезд физиологического общества им. И. П. Павлова : тез. докл. М.: Издательский дом «Русский врач», 2007. – С. 494.
  10. Гаврилова, Е. А. Ритмокардиография в спорте : монография / Е. А. Гаврилова. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2014. – 164 с.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Baevsky R. M., Ivanov G. G. Heart rate Variability: theoretical aspects and clinical application. New methods of electrocardiography ed. by S. V. Grachev, L. A. Syrkin. Moscow: Technosphere, 2007. -P. 474-496.
2. Shlyk N. I. Heart Rhythm and Children's, Teenagers and Athletes' Regulation Type treatise. Izhevsk, Udmurt State University Press, 2009, 255 P.
3. Shlyk N. I. Heart rate and Central hemodynamics during children's physical activity. – Izhevsk: publishing house of Nizhny Novgorod University Branch, 1991 – 418 p., ill. 32
4. Shlyk N. I. The type of vegetative regulation and the risk of athletes' heart diseases (according to the results of dynamic studies of HVR and ECG dispersion mapping) / N. I. Shlyk, E. N. Sapozhnikova, T. G. Kirillova // Works of All-Russian (with international participation) scientific-practical conference "Sports medicine. Health and physical education. Sochi-2012" – Volgograd, 2012. – S. 17-25.
5. Shlyk N. I. Analysis of heart rate variability in athletes' orthostatic test with different dominant types of vegetative regulation in the training process / N. I. Shlyk // Heart rate Variability: theoretical aspects and practical application. Works of V all-Russian Symposium with international participation, 26-28 October 2011. – Izhevsk, 2011. – P. 348-369.
6. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical application / European society of cardiology and North American society of stimulation and electrophysiology [Marek Malik and others]. – SPb.: Institute of Cardio engineering, 2000.
7. Shlyk N. I. Dynamic study of heart rate variability and dispersion mapping of athletes' ECG with different dominant types of vegetative regulation / N. I. Shlyk, E. N. Sapozhnikova, T. G. Kirillova, A. P. Zhuzhgov // XXII Congress of the Physiological society named after I. P. Pavlov: Abstracts. – Volgograd: Publishing house of Volgograd state medical University, 2013. – S. 601
8. Zhuzhgov A. P. Heart rate Variability of athletes of different sports: author's abstract of Dissertation of candidate in Biology. Kazan, 2003. 23 P
9. Shumikhina I. I., Shlyk N. I., Krasnoperova T. V. Young ice hockey players' peculiarities of heart rate variability//XX Congress of the physiological society named after I. P. Pavlov: abstracts. Moscow. Publishing house "Russian doctor", 2007. 5. 494.
10. Gavrilova E. A. Rhythmodiography in sport: treatise/ Saint-Petersburg: Publishing house of the Medical University named after I. I. Mechnikov, 2014. – 164 p.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Шлык Наталья Ивановна (Shlyk Natal'ya Ivanovna) – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки УР, заведующий кафедрой МБОФК, e-mail: medbio@uni.udm.ru.