

УДК 796.01

## УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ СПОРТСМЕНОВ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

© 2016 г. Н. И. Шлык

*Удмуртский государственный университет, Ижевск*

*E-mail: medbio@uni.udm.ru*

Поступила в редакцию 15.05.2015 г.

Представлен новый подход к планированию и своевременной коррекции тренировочного процесса в спорте по данным экспресс-анализа вариабельности сердечного ритма. Показано, что индивидуальные типы регуляции различаются не только по автономному балансу, но и по степени переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок.

*Ключевые слова:* вариабельность ритма сердца, тип автономной регуляции, ортостаз, индивидуальный подход к тренировочному процессу, оценка перетренированности.

**DOI:** 10.7868/S0131164616060187

Адаптация организма спортсменов к условиям возрастающих тренировочных нагрузок и сохранение гомеостаза основных жизненно важных систем требуют постоянной работы регуляторных механизмов. Их задача состоит в том, чтобы обеспечить оптимальное приспособление организма к постоянно возрастающим нагрузкам при минимальном напряжении механизмов управления.

К сожалению, организация периодических наблюдений за состоянием здоровья спортсменов в физкультурных диспансерах (два раза в год) абсолютно не эффективна, так как этот “диспансерный” подход не способен своевременно выявлять перенапряжение и перетренированность на ранних стадиях их формирования при избыточных тренировочных нагрузках.

При допуске к занятиям спортом, как правило, не учитываются индивидуальные особенности автономной регуляции и адаптационно-резервные возможности организма, что является одной из первопричин дизрегуляции и перетренированности уже на начальных этапах тренировочного процесса [1, 2]. Речь идет о необходимости введения непрерывного динамического контроля за функциональным состоянием каждого спортсмена.

С этой целью можно с успехом применять анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), который в настоящее время является одним из самых распространенных методов экспресс-оценки функционального состояния различных звеньев автономной регуляции, а значит — организма в целом [1–6]. Однако использование разных мето-

дических подходов, стандартов, приборов и компьютерных программ для анализа ритмограмм, а также формальный анализ ВСР без учета индивидуальных особенностей автономной регуляции, порой приводят к искажению результатов анализа ВСР, и в конечном счете к дискредитации метода.

На основании теоретических представлений Р.М. Баевского [3, 7] и В.М. Покровского [8, 9], мы выделили четыре преобладающих типа регуляции: умеренное (I тип) и выраженное (II тип) преобладание центрального контура регуляции; умеренное (III тип) и выраженное (IV тип) преобладание автономного контура регуляции. За основу предложенной классификации берутся не отделы автономной нервной системы (симпатический и парасимпатический), как принято, а центральный и автономный контуры автономного управления физиологическими функциями. Тем самым подчеркивается участие в процессах автономной регуляции многих звеньев единой регуляторной системы. В этом заключается системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, об активности которого можно судить по данным анализа ВСР.

В данной статье показана целесообразность использования экспресс-метода ВСР с учетом особенностей автономной регуляции для индивидуального контроля за уровнем функциональной готовности спортсменов (на примере биатлонистов) к тренировочной и соревновательной деятельности.

## МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие (в разные периоды тренировочного процесса) 16 биатлонистов сборной команды Удмуртии (18–24 лет) и юношеской сборной (14–16 лет). При проведении исследований и анализе ВСП мы использовали аппарат “Варикард 2.6” и программу “Иским-6”.

В наших исследованиях запись кардиоинтервалограмм и ЭКГ проводили в положениях лежа (5 мин) и стоя (6 мин) утром до завтрака перед первой тренировкой, а также до соревнований и после дня отдыха. Всего проведено 628 исследований. Для экспресс-определения типа регуляции из 38 временных и спектральных показателей ВСП за основу брались только два *SI* и *VLF*. Мы исходим из представления о том, что первый показатель (*SI*) характеризует степень преобладания 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 ВСП строго обязателен. Физиологическое обоснование каждого из показателей временного (*MxDMn*, *SDNN*, *SI*) и частотного анализа ВСП (*TP*, *HF*, *LF*, *VLF*, *HF%*, *LF%*, *VLF%*), применяемых в работе, подробно изложены в соответствующей литературе [4]. Интерпретация этих показателей ВСП основана на современных представлениях об автономной регуляции ритма сердца, участии в ней симпатического и парасимпатического отделов, подкоркового сердечно-сосудистого центра и более высоких уровней управления физиологическими функциями [7, 8, 10, 11].

Согласно предложенной классификации экспресс-оценки типа регуляции умеренному преобладанию центрального контура регуляции (I тип) соответствуют значения  $SI > 100$  усл. ед.,  $VLF > 240$  мс<sup>2</sup>; выраженному преобладанию центральной регуляции (II тип) –  $SI > 100$  усл. ед.,  $VLF < 240$  мс<sup>2</sup>; умеренному преобладанию автономной регуляции (III тип) –  $SI$  от 30 до 100 усл. ед.,  $VLF > 240$  мс<sup>2</sup>; выраженному преобладанию автономной регуляции (IV тип) –  $SI$  от 10 до 30 усл. ед.,  $VLF > 240$  мс<sup>2</sup>,  $TP > 8000$  мс<sup>2</sup>.

Последний (IV) тип регуляции у спортсменов может иметь как “физиологический”, так и “патологический” характер. “Физиологический” тип отражает высокий уровень тренированности. А “патологический” указывает на переутомление, перетренированность, перенапряжения. Чтобы их различить, следует учитывать, что при патологическом развитии событий резко снижаются значения  $SI < 10$  усл. ед. и при этом возрастают показатели  $TP > 16000–20000$  мс<sup>2</sup>,  $VLF$ ,  $ULF$ , появляется разброс точек на скаттерограмме ВСП и выраженные изменения на ЭКГ. В частности,

обязательным условием для оценки ВСП является наличие синусового ритма сердца [4, 5, 7, 10].

Учитывая, что речь идет об индивидуальном подходе к оценке автономной регуляции с использованием экспресс-анализа ВСП, в работе не используется статистическая обработка результатов.

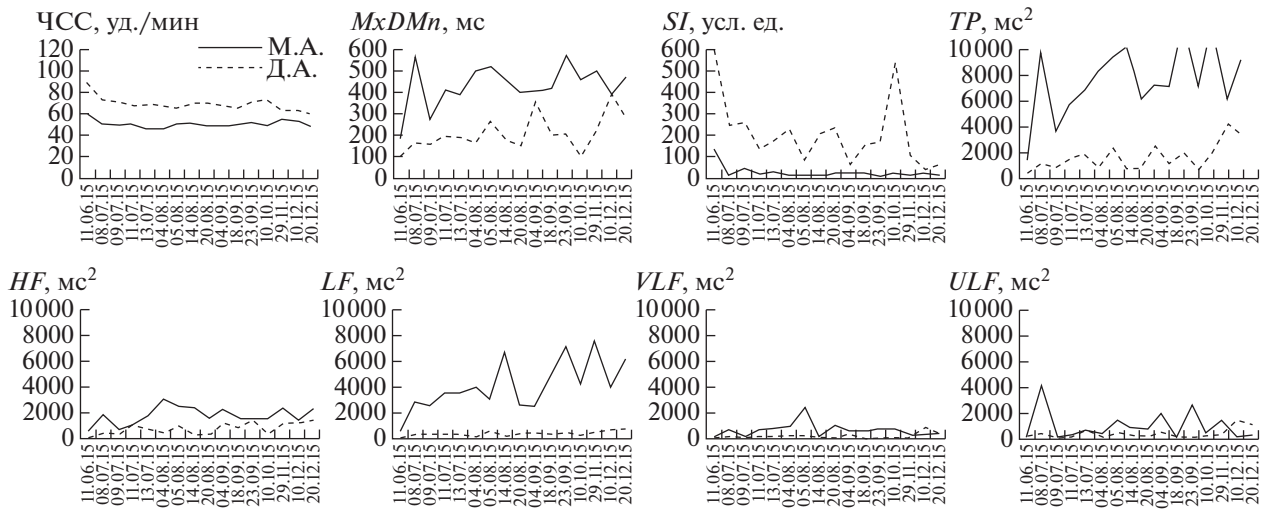
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Динамические исследования ВСП у одних и тех же спортсменов в покое позволяют представить индивидуальный портрет автономной регуляции и ее изменения, что открывает новые возможности для контроля и управления функциональным состоянием и адаптационно-резервными возможностями организма в тренировочном процессе, своевременной оценке перетренированности и прогнозировании спортивных результатов.

Это особенно важно при подготовке юных спортсменов. На рис. 1 представлены результаты динамических исследований ВСП у двух биатлонистов М.А. и Д.А. 16 лет – кандидатов в мастера спорта (КМС) в разные периоды тренировочного процесса при одинаковых физических нагрузках. Согласно полученным результатам анализа ВСП у спортсменов установлен разный уровень вегетативного гомеостаза в покое. У первого спортсмена умеренно преобладал автономный контур регуляции (III тип) – больше разброс кардиоинтервалов (*MxDMn*), меньше *SI*, больше суммарная мощность спектра (*TP*) и его составляющих. У биатлониста Д.А. выражено преобладал центральный контур регуляции (II тип), когда существенно меньше значения ВСП *MxDMn*, *TP*, *HF*, *LF*, *VLF* и больше *SI*.

Как видно из рис. 1, в каждом периоде тренировочного процесса есть свои особенности ВСП. Так, у спортсмена М.А. от подготовительного к соревновательному периоду нарастает вариабельность сердечного ритма (увеличиваются показатели *TP* и *LF*), что связано с увеличением регуляторно-адаптивных возможностей организма и нарастанием тренированности. В то же время, у второго спортсмена постоянно выраженное преобладание центрального контура регуляции в покое является результатом перетренированности (резко возрастает *SI* и отсутствует рост дыхательных (*HF*), вазомоторных (*LF*) и очень низкочастотных (*VLF*) волн в спектре).

Таким образом, в зависимости от индивидуального состояния автономного баланса спортсмены по-разному адаптируются к одинаковым тренировочным нагрузкам. Исходя из данных анализа ВСП, второй спортсмен постоянно затра-



**Рис. 1.** Динамика показателей ВСР у юных биатлонистов М.А. и Д.А. (КМС) с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в покое при одинаковом тренировочном режиме.

чивает больше усилий со стороны кардиорегуляторных систем, нежели первый.

Известно, что система с преобладанием автономных связей в силу независимости ее элементов отличается большей пластичностью, что облегчает ее приспособление к условиям спортивной деятельности [5]. Согласно физиологической целесообразности, процессы адаптации у спортсмена с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип) протекают с большей эффективностью. Включение в процесс управления выраженного преобладания центрального контура регуляции (II тип) у второго спортсмена дестабилизирует управляемую систему (ритм сердца) и подавляет процессы саморегуляции (рис. 1).

Исследование ВСР у этих спортсменов при ортостатическом тестировании позволяет дать более детальную оценку функциональному состоянию регуляторных систем и адаптационно-резервным возможностям организма.

Как видно из табл. 1, у спортсменов М.А. и Д.А. по результатам анализа ВСР в ответ на орто-

стаз выявлена разная реактивность автономной регуляции.

У первого спортсмена при ортостазе отмечается умеренное снижение таких показателей ВСР как *MxDMn*, *TP*, *HF*, *LF*, *VLF*, и умеренный рост *SI*. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и адаптивных возможностях организма [1]. При исходно неблагоприятном II типе регуляции у второго спортсмена в ортостазе выявляется парадоксальная реакция, когда происходит увеличение *MxDMn*, *TP*, *HF*, *LF*, *VLF* вместо снижения и снижение *SI* вместо увеличения.

Парадоксальная реакция на ортостаз является показателем неблагоприятных тенденций как в состоянии функциональных и адаптивных возможностей спортсмена, так и в прогнозе спортивных результатов. Такой вариант реакции чаще всего встречается при выраженном утомлении, перетренированности, донозологических состояниях [1, 12–14]. Второй спортсмен на всех соревнованиях имел низкие результаты (табл. 2). Таким образом, согласно полученным результатам

**Таблица 1.** Различия в показателях ВСР у спортсменов с разным состоянием вегетативного гомеостаза и вегетативной реактивности на следующий день после выполнения одинаковой тренировочной нагрузки

Спортсмены	ЧСС, уд./мин		<i>MxDMn</i> , мс		<i>SI</i> , усл. ед.		<i>TP</i> , мс <sup>2</sup>		<i>HF</i> , мс <sup>2</sup>		<i>LF</i> , мс <sup>2</sup>		<i>VLF</i> , мс <sup>2</sup>		<i>ULF</i> , мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
М.А.	49	77	422	356	23	66	7121	5337	1620	161	4755	4839	619	262	127	75
Д.А.	66	80	201	<b>277</b>	<b>159</b>	<b>94</b>	1271	<b>2574</b>	743	564	393	<b>1099</b>	<b>68</b>	<b>450</b>	<b>67</b>	<b>462</b>

*Примечание:* выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы в покое и в ответ на ортостаз.

**Таблица 2.** Результаты выступлений биатлонистов М.А. и Д.А. на региональных и всероссийских соревнованиях

Спортсмены		Август	Сентябрь	Декабрь	Декабрь	Декабрь	Январь	Январь	Январь	Февраль	Февраль	Март	Март	Март	Март
М.А.	Место	1	4	14	8	15	7	12	1	1	7	13	17	37	18
	Стрельба	4	4	5	5	2	3	4	1	3	4	6	2	5	5
Д.А.	Место	15	30	22	82	59	22	16	12	—	—	—	—	65	—
	Стрельба	10	5	3	9	5		5	4					6	

*Примечание:* выделенные показатели указывают на низкие спортивные результаты.

анализа ВСР, можно проследить связь между нарушением автономного баланса, ухудшением автономной реактивности и низкими спортивными результатами.

Регуляторные системы под влиянием систематических оптимальных тренировочных нагрузок способны к совершенствованию и расширению адаптационно-резервных возможностей организма. Чрезмерные нагрузки ведут к поломкам в системе управления и переходу с оптимального состояния автономной регуляции на дизрегуляторный [1, 15].

Нами было показано, что у спортсменов с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип) при дисперсионном картировании ЭКГ регистрируются атипичные изменения реполяризации желудочков сердца [16], а по данным тетраполярной реографии у них в основном встречается гиперкинетический тип кровообращения [1, 12, 17].

У перетренированных спортсменов чаще регистрируют аритмии, большинство из которых рассматриваются как проявление физиологических сдвигов, возникающих в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам и не имеющих органической природы. С другой стороны, такие аритмии могут быть проявлением ранних признаков нарушения адаптации к физическим нагрузкам [5, 10, 18–20]. Эти состояния чаще выявляют физиологи при анализе ВСР перед очередной тренировкой, чем врачи при коротких записях ЭКГ, в процессе проведения углубленных медицинских осмотров. В этом плане ВСР является более информативным методом для выявления нарушений ритма сердца, чем традиционная ЭКГ [12, 15]. Как видно на рис. 2, у спортсмена С.А. с резко выраженным преобладанием центрального контура регуляции в покое исчезает вариабельность сердечного ритма на фоне брадикардии, выявляется выраженная парадоксальная реакция на ортостаз (резкое уменьшение  $SI$  вместо увеличения и резкое увеличение показателей  $TP$ ,  $HF$ ,  $LF$ ,  $VLF$ ,  $ULF$  вместо снижения). Появляется разброс точек на скаттерограмме и нарушение сердечного рит-

ма на ЭКГ. Этот спортсмен нуждается в незамедлительной консультации кардиолога.

Резкое уменьшение ВСР и абсолютных значений  $VLF$  ( $<240$   $mc^2$ ), а также высокие показатели  $SI$  при выраженном преобладании центрального контура регуляции указывают на исходно низкие регуляторно-адаптивные возможности организма [1]. Парадоксальные реакции на ортостаз в основном проявляются при низких значениях  $VLF$   $< 240$   $mc^2$  [1, 16].

Это можно проследить по результатам анализа ВСР, представленным в табл. 3, у перетренированной юной биатлонистки Л.Е. с постоянно резко выраженным преобладанием центрального контура регуляции в покое (малая вариабельность сердечного ритма) и выраженной парадоксальной реакцией на ортостаз.

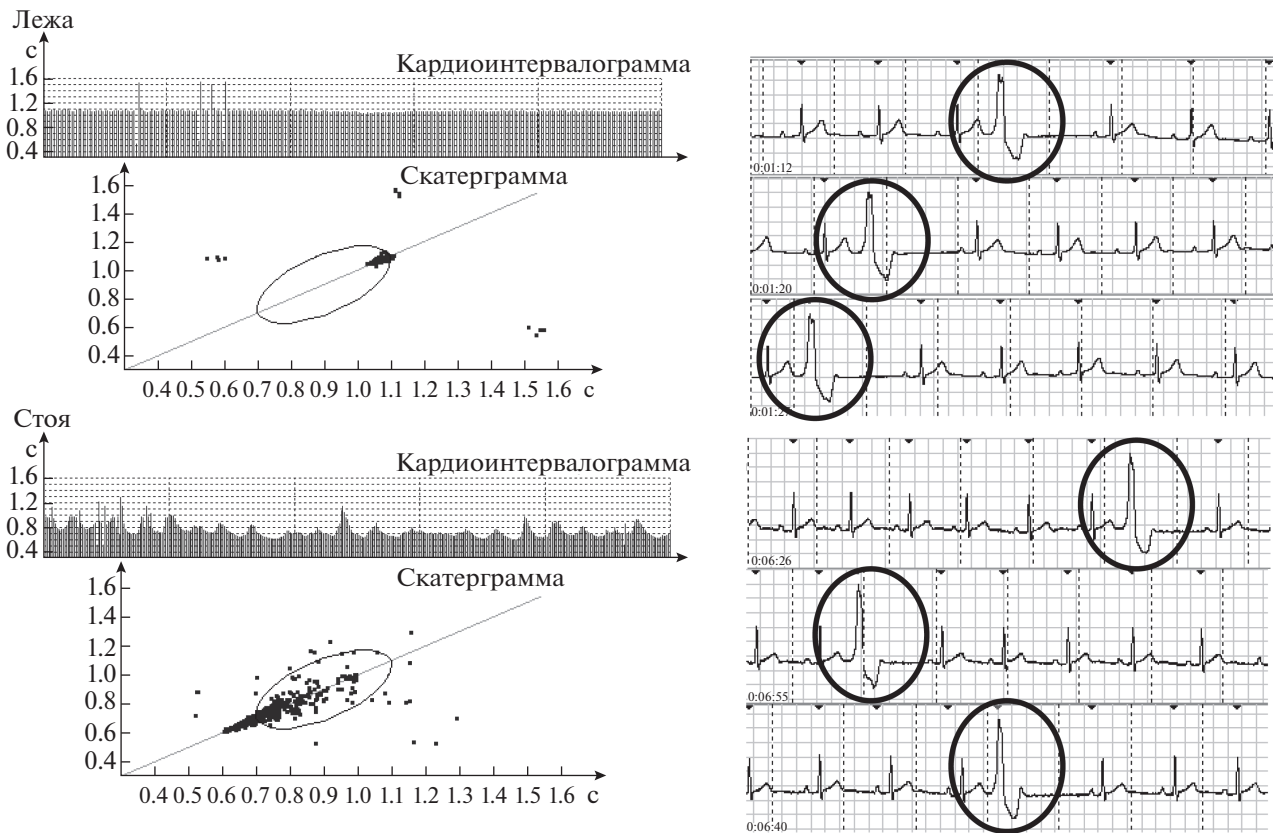
На этом примере четко видно, что у спортсменки избыточная активность центрального контура регуляции в покое в течение двух месяцев не корректируется со стороны автономного контура регуляции, призванного восстанавливать и сохранять автономный баланс, что является основой для развития перенапряжения организма. При этом неблагоприятном типе регуляции часто встречаются различные нарушения сердечного ритма на ЭКГ.

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

Показано, что выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва, способные развиваться как следствие продолжительного поддержания хорошей физической формы, могут повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки [18, 20]. Поэтому постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) может носить патологический характер и может быть связано с различными нарушениями сердечного ритма, хорошо заметными при визуальной оценке кардиоритмограммы и скаттеро-

Основные параметры variability сердечного ритма

Показатели	Лежа (1)			Стоя (2)		(2-1)/1, %
	Кв. корень	Значение	Оценка	Кв. корень	Значение	
Статистический и автокорреляционный анализ						
1. HR, уд./мин		56	-2.64	79	41.8	
5. MxDMn, мс		82	-3.32	444	441.9	
18. NArr, %		1.4		1.8	24.1	
19. SI,	32.577	1061	3.18	6.658	44	-79.6
Спектральный анализ						
20. TP, мс <sup>2</sup>	12.073	145.75	-3.74	89.274	7969.78	639.5
21. HP, мс <sup>2</sup>	6.886	47.42	-2.46	24.235	587.33	251.9
22. LP, мс <sup>2</sup>	5.284	27.92	-3.9	73.624	5420.45	1293.3
23. VLF, мс <sup>2</sup>	4.244	18.01	-4.01	33.298	1108.77	684.7
24. ULF, мс <sup>2</sup>	7.239	52.40	-1.59	29.21	853.22	303.5
33. PHF, %		50.8	0.94		8.3	-83.8
34. PLF, %		29.9	-1.2		76.2	154.6
35. PVLf, %		19.3	0.28		15.6	-19.2



Примечание: выделенные показатели указывают на отклонение от нормы в покое и ортостазе

Рис. 2. Результаты анализа ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлониста С.А. до тренировки с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип).

граммы ВСР (табл. 4, рис. 3). Исходя из результатов анализа ВСР, у спортсменки К.А. это состояние должно рассматриваться как перенапряжение кардиорегуляторных систем. При этом в показателях ВСР отмечается резкое увеличение значений *MxDMn*, *TP*, *VLF*, *ULF*, резкое уменьшение *SI* и выраженная гиперреакция на ортостаз. С указан-

ными изменениями показателей ВСР и ЭКГ спортсменка К.А. подлежит углубленному медицинскому осмотру.

Между тем, многие тренеры и спортивные врачи по-прежнему определяют функциональное состояние спортсменов и степень переносимости физических нагрузок в основном по частоте сер-

**Таблица 3.** Индивидуальный портрет ВСР у перетренированной биатлонистки Л.Е. 14 лет с постоянно выраженным преобладанием центрального контура регуляции в положении лежа и парадоксальной реакцией на ортостаз

Дата	ЧСС, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл. ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
10.03.15	74	<b>97</b>	125	<b>158</b>	445	<b>392</b>	443	<b>589</b>	152	98	57	<b>300</b>	144	<b>138</b>	90	52
06.04.15	66	<b>106</b>	157	<b>197</b>	199	<b>225</b>	985	<b>1282</b>	485	87	119	<b>487</b>	169	135	212	<b>574</b>
14.05.15	73	<b>85</b>	132	<b>231</b>	325	<b>131</b>	676	<b>1284</b>	352	211	92	<b>499</b>	87	<b>262</b>	145	<b>311</b>
15.05.15	64	<b>83</b>	156	<b>203</b>	187	<b>178</b>	852	<b>962</b>	514	156	126	<b>545</b>	72	<b>114</b>	140	<b>146</b>
19.05.15	71	<b>24</b>	114	<b>186</b>	403	<b>234</b>	488	<b>1163</b>	220	106	97	<b>791</b>	157	<b>151</b>	14	<b>115</b>
29.05.15	78	<b>115</b>	105	<b>136</b>	509	<b>606</b>	227	<b>1022</b>	107	<b>104</b>	61	<b>623</b>	29	<b>139</b>	28	<b>156</b>
01.06.15	79	<b>116</b>	108	<b>119</b>	649	<b>924</b>	343	<b>819</b>	90	42	60	<b>477</b>	89	<b>231</b>	105	69
03.06.15	76	<b>106</b>	109	<b>135</b>	491	<b>533</b>	429	<b>809</b>	144	64	81	<b>557</b>	141	108	64	<b>81</b>
04.06.15	81	<b>111</b>	133	<b>157</b>	525	<b>371</b>	399	<b>770</b>	69	55	67	<b>408</b>	114	<b>111</b>	150	<b>196</b>
05.06.15	76	<b>110</b>	165	<b>161</b>	290	<b>510</b>	873	<b>532</b>	248	39	173	<b>308</b>	113	80	339	106
06.06.15	74	<b>109</b>	99	<b>152</b>	570	<b>335</b>	333	<b>1285</b>	117	<b>140</b>	118	<b>776</b>	79	<b>266</b>	18	<b>103</b>
07.07.15	78	<b>95</b>	132	<b>172</b>	353	<b>229</b>	377	<b>1321</b>	150	<b>173</b>	59	<b>667</b>	72	<b>253</b>	96	<b>228</b>

Примечание: выделенные показатели в положении стоя указывают на парадоксальную реакцию.

**Таблица 4.** Результаты анализа ВСР у перетренированной биатлонистки К.А. 16 лет (КМС)

Дата	ЧСС, уд./мин		MxDMn, мс		SI, усл. ед.		TP, мс <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup>	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
24.03.15	44	<b>84</b>	<b>727</b>	210	<b>6</b>	136	<b>21821</b>	2019	1763	<b>121</b>	6791	1104	<b>4582</b>	<b>405</b>	<b>8684</b>	<b>389</b>
04.04.15	42	<b>75</b>	<b>713</b>	236	<b>5</b>	116	<b>25545</b>	2375	2999	<b>153</b>	12286	<b>910</b>	<b>5348</b>	<b>370</b>	<b>4912</b>	<b>941</b>
21.05.15	43	<b>79</b>	<b>755</b>	267	<b>7</b>	90	<b>15942</b>	2234	2169	<b>239</b>	3950	1532	<b>4391</b>	<b>435</b>	<b>5432</b>	<b>28</b>
16.06.15	41	<b>99</b>	<b>676</b>	140	<b>10</b>	372	<b>14644</b>	<b>802</b>	2450	<b>44</b>	6752	<b>333</b>	<b>1101</b>	232	<b>4341</b>	<b>193</b>
22.06.15	44	<b>105</b>	<b>788</b>	138	<b>6</b>	409	<b>41485</b>	<b>693</b>	8151	<b>35</b>	<b>20335</b>	<b>365</b>	<b>5308</b>	<b>162</b>	<b>7690</b>	<b>131</b>

Примечание: выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на нарушение сердечного ритма.

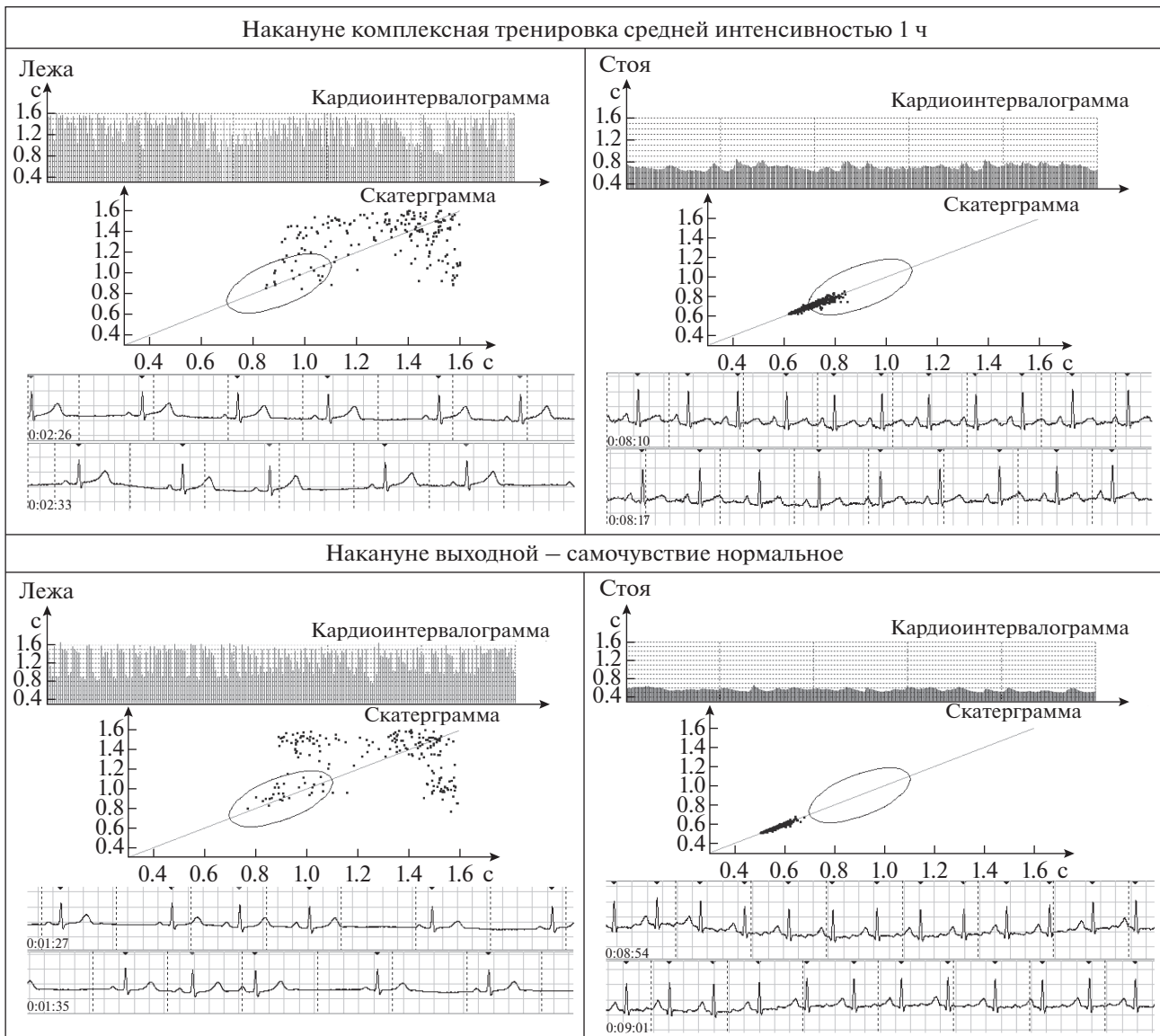
дечных сокращений (ЧСС) без учета того, что ЧСС не всегда отражает истинное напряжение сердечно-сосудистой системы. Влияния различных регуляторных механизмов на ритм сердца взаимосвязаны, и установить эти связи в силу их сложности не всегда возможно. Поэтому оценка изменения variability сердечного ритма как результата действия всей совокупности факторов, влияющих на ритм сердца, является необходимой [17, 21].

На рис. 4 представлены данные анализа ВСР в покое и ортостазе у спортсмена М. (КМС) с одинаковой ЧСС (52 уд./мин) в различные дни исследований утром перед тренировочными нагрузками. На рисунке видно, что в разные дни исследований, при одной и той же ЧСС, отмечается разный уровень автономного баланса в покое и разная реактивность на ортостатическое воздействие. Таким образом, у одного и того же спортс-

мена при одинаковой ЧСС может наблюдаться разный уровень восстановительных процессов перед очередной тренировкой. Это говорит о том, что исходное состояние организма и эффективность выполняемой спортсменом работы должны определяться не только по ЧСС, но и по физиологической стоимости активности регуляторных механизмов, то есть по результатам анализа ВСР.

С помощью анализа ВСР можно определить функциональную готовность организма к соревновательной деятельности и уровень восстановительных процессов после них. Так, в табл. 5 приведены примеры результатов анализа ВСР в покое и ортостазе трех биатлонистов через день после соревнований.

Исходя из данных анализа ВСР и спортивных результатов, представленных в таблице, видно, что только биатлонист М. имеет оптимальный уровень автономного баланса в покое, правиль-



**Рис. 3.** Результаты кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлонистки К.А. с резко выраженным преобладанием автономного контура регуляции.

ную реакцию на ортостаз и высокий спортивный результат. Это говорит о хорошей функциональной готовности организма к выполнению нового объема тренировочных и соревновательных нагрузок. Два других спортсмена полностью не восстановились после дня отдыха. Перед предстоящей утренней тренировкой у них выявляются в разной степени дизрегуляторные проявления (выраженное абсолютное и относительное преобладание в спектре дыхательных ( $HF$ ,  $HF\%$ ) волн над вазомоторными ( $LF$ ,  $LF\%$ ) и очень низкие показатели  $VLF$  волн. Сниженные функциональные и регуляторно-адаптивные возможности организма этих спортсменов подтверждаются более

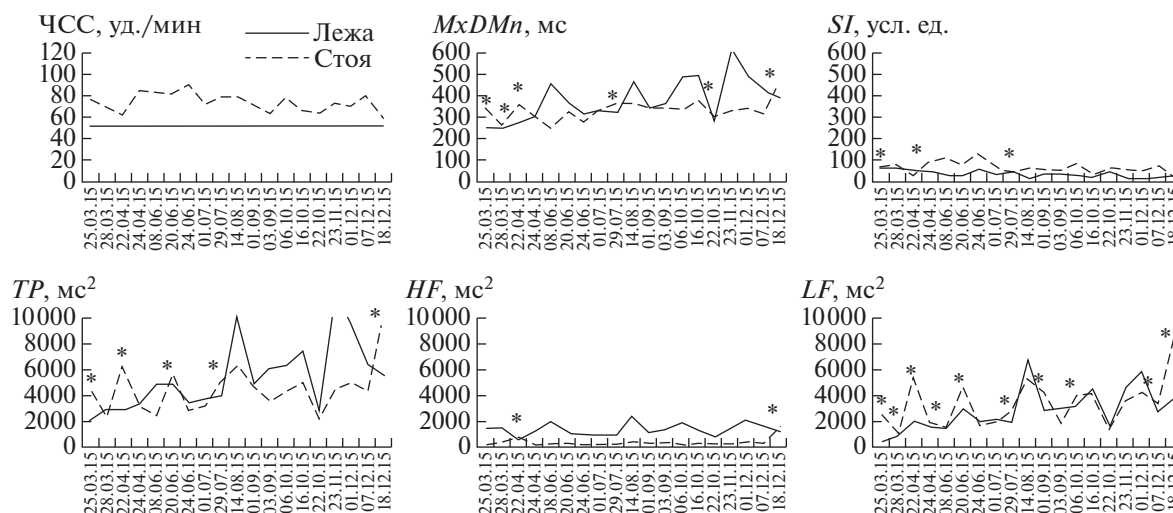
низкими спортивными результатами по сравнению с первым спортсменом (табл. 5).

Важно понять, что при дизрегуляторных проявлениях спортсмены не должны тренироваться, а тем более — выступать на соревнованиях. Это нередко приводит к перенапряжению и срыву в состоянии регуляторных систем, к болезни адаптационных механизмов, а иногда и к трагическим последствиям.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенной многолетней работы мы пришли к убеждению, что крайне важно внедрять в спортивную практику метод экспресс-





Примечание: выделенные фрагменты указывают на парадоксальность реакции на ортостаз

Рис. 4. Состояние вегетативного баланса в покое и вегетативной реактивности при ортостазе у биатлониста М. (КМС) при одинаковой ЧСС 52 уд./мин (по данным анализа ВСР).

анализа ВСР в покое и ортостазе для раннего распознавания признаков перенапряжения регуляторных систем и неадекватности реакций организма на тренировочные и соревновательные нагрузки, и на этом основании своевременно вносить коррективы в тренировочный процесс.

На основе динамических исследований ВСР в покое и ортостазе имеется возможность осуществлять индивидуальный подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа автономной регуляции, что будет способствовать реальной возможности повышения уровня функ-

Таблица 5. Результаты анализа ВСР у трех биатлонистов в покое и ортостазе через день после одинаковой соревновательной нагрузки (гладкая гонка 5 км)

ФИО	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>		HF %		LF %		VLF %		Результат соревнований.
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
М.	55	76	421	261	24	93	5638	2688	1665	298	3184	1379	434	452	32	14	60	65	8	21	00:12:09
Б.	52	73	254	<b>230</b>	52	115	3278	1806	2057	<b>124</b>	913	<b>1438</b>	<b>166</b>	<b>141</b>	<b>66</b>	7	<b>29</b>	<b>84</b>	5	8	<b>00:12:34</b>
Л.	58	94	314	162	48	<b>305</b>	3761	<b>475</b>	2275	<b>119</b>	<b>275</b>	<b>115</b>	<b>174</b>	<b>147</b>	<b>83</b>	31	<b>10</b>	<b>30</b>	6	<b>38</b>	<b>00:12:44</b>

Примечание: выделенные показатели ВСР указывают на отклонения от нормы.



циональной готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности.

Основными признаками перетренированности спортсменов, выявляемыми по результатам анализа ВСП, являются:

– выраженное включение автономного или центрального контуров регуляции в покое (при этом происходит резкое снижение или увеличение целого ряда показателей ВСП ( $MxDMn$ ,  $TP$ ,  $HF$ ,  $LF$ ,  $VLF$ ,  $ULF$ );

– резкое снижение  $SI$  ( $<10$  усл. ед.) при резком увеличении значений  $MxDMn$ ,  $TP > 15000$  мс<sup>2</sup>,  $VLF$  в покое;

– маловариабельный ритм на фоне брадикардии в покое;

– увеличение variability ритма при увеличении ЧСС в покое;

– парадоксальный вариант реакции на ортостаз;

– замедленное восстановление показателей ВСП после предыдущего тренировочного дня, соревнований и дней отдыха.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 259 с.
2. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск: Филиал изд-ва Нижегородского университета, 1991. 418 с.
3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Новые методы электрокардиографии / Под ред. Грачева С.В., Сыркина А.Л. М.: Техносфера, 2007. С. 474.
4. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии. СПб.: Ин-т кардиол. техники, 2000.
5. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с.
6. Жужгов А.П. и др. Ритм сердца и состояние кардиореспираторной системы у спортсменов разных видов спорта // Тезисы докладов XX съезда физиологического общества имени И.П. Павлова (Москва, 4–8 июня 2007 г.). М.: Русский врач, 2007. С. 227.
7. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 265 С.
8. Покровский В.М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / Под ред. Покровского В.М. Краснодар: “Кубань – Книга”, 2010. 244 с.
9. Покровский В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных. Краснодар: “Кубань – Книга”, 2007. 144 с.
10. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Волковская И.В. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. 2009. Т. 6. № 4. С. 21.
11. Парин В.В., Баевский Р.М. Введение в медицинскую кибернетику. М.: Медицина, 1966. 206 с.
12. Гаврилова Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. 164 с.
13. Смоленский А.В. Сердечно-сосудистые заболевания и внезапная смерть в спорте / Материалы научной конференции “Спортивная кардиология и физиология кровообращения”. М., 2006. С. 82.
14. Corrado D., Basso C., Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment. Heart. 2000. V. 83. P. 588.
15. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Анализ variability сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. 2016. № 1. С. 17.
16. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Кириллова Т.Г., Жужгов А.П. Динамические исследования variability сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у спортсменов с разными преобладающими типами автономной регуляции // XXII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. Волгоград: Волг ГМУ, 2013. С. 601.
17. Гуштурова И.В., Теленов В.Н. Особенности variability сердечного ритма и центральной гемодинамики у спортсменов-легкоатлетов в предсоревновательном периоде // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием (Ижевск, 26–28 окт. 2011 г.). Ижевск, 2011. С. 248.
18. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / М.: Советский спорт, 2012. С. 548.
19. Гаврилова Е.А., Чурганов О.А., Заборовский К.А. Методика выявления предикторов внезапной смерти в спорте: методические рекомендации / СПб.: СПБ НИИФК им. Лесгафта., 2013. 29 с.
20. Schmied C., Borjesson M. Sudden cardiac death in athletes // J. Internal Medicine. 2014. V. 275. № 2. P. 93.
21. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Вариабельность ритма сердца. М.: Оверлей, 2001. 200 с.

## **Management of Athletic Training with Consideration of Individual Heart Rate Variability Characteristics**

**N. I. Shlyk**

*E-mail: medbio@uni.udm.ru*

The research presents a new approach applied in athletic trainings that enables to define the predominant autonomic regulation type based on the express analysis of heart rate variability. The results of the analysis are used to plan and timely correct the training process. The research has demonstrated that individual types of regulation differ not only in the autonomic balance but in the endurance degree of training and emulative load as well.

*Keywords:* biathlonists, heart rate, type of autonomic regulation, orthostasis, individual approach to training process, overtraining evaluation.