

УДК 796.01: 612 (045)

*Н.И. Шлык, Е.Н. Сапожникова, Т.Г. Кириллова, А.П. Жужгов***ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

Представлен новый подход к оценке ортостатической реакции у спортсменов в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма.

Ключевые слова: спортсмены, ортостатическая проба, вариабельность сердечного ритма, типы вегетативной регуляции, тренировочный процесс.

При допуске детей к занятиям спортом тренерами и врачами чаще всего не учитываются исходное состояние регуляторных систем и их адаптационные возможности, что является одной из причин быстрого наступления дисрегуляции и перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом. Необоснованное наращивание объема и интенсивности физических нагрузок ведет к поломкам в системах вегетативной регуляции и переходу с оптимального типа регуляции на неблагоприятный. В этом случае важное значение имеет правильная диагностика вариабельности сердечного ритма (ВСР) с обязательным применением функциональных проб и своевременная коррекция выявленных дисрегуляторных процессов. Мы остановились на применении активной ортостатической пробы. Ортостатическая проба является важным методом выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, в частности, со стороны механизмов вегетативной регуляции [1]. Данная проба применяется многими исследователями для оценки состояния регуляторных систем. Однако при этом используются различные методические подходы к исследованию и анализу вариабельности сердечного ритма, что приводит к разночтению полученных результатов.

Целью исследования явилось изучение особенностей ортостатической реакции у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе.

Материалы и методика исследования

Анализ вариабельности сердечного ритма при активной ортостатической пробе проведен у 254 спортсменов в возрасте 18-20 лет (КМС, МС) 10 видов спорта. Исследование и анализ ВСР проводились с учетом методических рекомендаций, разработанных группой российских экспертов [2]. Регистрация ЭКГ-сигнала проводилась с помощью комплекса «Варикард 2.51» в положении лежа на спине (5 мин) и при переходе в положение стоя (6 мин) во II стандартном отведении. Анализ кардиоинтервалограмм осуществлялся с применением программы «Иским-6». Преобладающий тип вегетативной регуляции определялся по данным анализа вариабельности сердечного ритма согласно предложенной нами классификации (табл. 1). Исходя из представлений о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, было выделено четыре типа вегетативной регуляции сердечного ритма: два с преобладанием центральной регуляции [умеренное (I тип) и выраженное (II тип)] и два с преобладанием автономной регуляции [умеренное (III тип) и выраженное (IV тип)]. Взяв за основу классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного управления физиологическими функциями, тем самым подтвердили участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единого регуляторного механизма. Это системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по данным анализа ВСР. Для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции за основу берутся количественные критерии показателей ВСР SI и VLF (табл. 1) [3].

При каждом типе вегетативной регуляции могут встречаться переходные состояния из одного типа регуляции в другой, когда показатели ВСР не соответствуют ни одному из типов регуляции. Эти состояния бывают у исследуемых при утомлении, чувстве голода, донозологических состояниях, после выраженного психоэмоционального напряжения и др. В этом случае необходимы динамические исследования.

Таблица 1

**Оценка функционального состояния регуляторных систем у здоровых людей
и спортсменов по данным ВСП [3]**

Типы вегетативной регуляции сердечного ритма	Показатели экспресс оценки типа вегетативной регуляции сердечного ритма		Отличительные особенности показателей ВСП в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции (в состоянии покоя)	Интерпретация полученных данных ВСП в зависимости от типа регуляции
	SI (усл. ед.)	VLF (мс ²)		
I тип	>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).	<i>Умеренное преобладание центральной регуляции сердечного ритма (УПЦР), снижение активности автономного контура регуляции. Умеренное напряжение регуляторных систем организма. Возможна генетическая предрасположенность к данному типу регуляции. Необходимо применение ортостатического тестирования.</i>
II тип	>100	<240	Еще более малые значения R-R, MxDMn, MxRMn, RMSSD, PNN50%, SDNN, CV, D. Большие и очень большие значения AMO50, AMO 7.8, SI. Малая суммарная площадь спектра (TP). Низкие абсолютные значения волновой структуры спектра (HF, LF) и особенно VLF и ULF по сравнению с I типом вегетативной регуляции. При этом типе необходимо применение ортостатического тестирования. Встречаются различные типы спектров.	<i>Выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма (ВПЦР). Резкое увеличение активности центральной регуляции над автономной. Сниженное функциональное состояние регуляторных систем. Состояние вегетативной дисфункции. У спортсменов может отражать состояние выраженного утомления, перетренированности. Выявление у спортсменов-новичков на ранних этапах тренировочного процесса постоянно выраженного преобладания центральной регуляции требует пристального внимания тренеров и врачей. Можно посмотреть на этот тип регуляции и как на генетический фактор риска развития патологии сердечно-сосудистой системы при занятиях спортом. А у некоторых спортсменов высокого класса в короткий предсоревновательный период может отражать пик спортивной формы.</i>
III тип	>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. Незначительное преобладание HF% над LF% волнами. У спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса могут преобладать значения LF, VLF, ULF волн, что требует особой трактовки функционального состояния регуляции. Характерные типы спектров (HF>LF>VLF>ULF) (HF>LF>ULF>VLF).	<i>Умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (УПАР). Оптимальное состояние регуляторных систем организма. У спортсменов-новичков отражает оптимальный уровень тренированности. Для спортсменов высокого класса данный тип регуляции может быть показателем снижения тренированности, ухудшения функциональных и адаптивных возможностей организма.</i>

Окончание табл. 1

IV тип ВПАР	<25	>500 TP> 8000- 10000	Выраженное увеличение R-R и разброса (MxDMn)-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 типами вегетативной регуляции. 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.	<i>Выраженное преобладание автономной регуляции сердечного ритма (ВПАР). Этот тип регуляции может иметь как «физиологический», так и «патологический» характер. У спортсменов высокого класса может иметь «физиологический» характер и отражать уровень высокой тренированности при условии динамических наблюдений за ВСП с использованием ортостатической пробы, а также отражать состояние переутомления, перенапряжения, перетренированности или различные дисфункции синусового узла. У спортсменов-новичков наличие выраженного преобладания автономной регуляции свидетельствует о необоснованном форсировании физических нагрузок и выраженном утомлении. У спортсменов с этим типом регуляции часто встречаются нарушения автоматизма синусового узла пассивного типа (СПСУ), при которых значительно увеличиваются разброс кардиоинтервалов и суммарная мощность спектра (более 20000 мс²) и резкое снижение SI (менее 10 усл. ед.) В этом случае показатели ВСП отражают структурные изменения в самом синусовом узле.</i>
----------------	-----	-----------------------------------	--	--

Результаты и их обсуждение

Результаты анализа ВСП у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции при ортостатическом тестировании представлены в табл. 2.

Анализ динамики показателей ВСП при переходе из положения лёжа в положение стоя показал, что качество и выраженность реакции регуляторных систем на изменение положения тела, в первую очередь, зависят от типа вегетативной регуляции, а не от специфики спорта. Выявлено, что для каждого преобладающего типа вегетативной регуляции характерен определённый вариант реакции на ортостатическое воздействие (рис. 1 и 3). При центральном типе вегетативной регуляции сердечного ритма (I и II тип) у спортсменов при ортостатическом воздействии в основном встречается первый и второй варианты реакции, когда со стороны автономного контура регуляции происходит незначительное снижение или увеличение разброса кардиоинтервалов (MxDMn), слабовыраженные изменения показателей RMSSD, pNN50, SDNN и выраженное увеличение SI. При этом со стороны центральных структур вегетативной регуляции происходит увеличение суммарной мощности спектра (TP), вазомоторных (LF), очень низкочастотных (VLF) и ультранизкочастотных (ULF) колебаний и снижение суммарной мощности дыхательных (HF) волн. Чем больше исходное напряжение центральных структур регуляции, тем больше при ортостазе увеличивается SI, суммарная мощность (TP) спектра, LF, VLF и ULF волн (второй вариант реакции). При исследовании ортостатической реакции у спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции обратить внимание на значение VLF, характеризующее состояние надсегментарных уровней регуляции. Чем меньше исходный показатель VLF, тем больше напряжение регуляторных систем и больше выражена парадоксальная реакция на ортостатическое воздействие.

На рис. 2 приведен пример оптимальной и парадоксальной реакции на ортостатическое воздействие у высококлассного спортсмена (мс) при разных значениях VLF. Анализ ВСП у этого спортсмена выявил, что при исходном значении VLF>240 мс² реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие носит оптимальный характер (увеличивается ЧСС, SI, уменьшаются показатели MxDMn, RMSSD, pNN50, TP, HF, LF, VLF), при значениях VLF<240 мс² – парадоксальный (увеличиваются значения MxDMn, RMSSD, pNN50, SDNN, TP, LF, VLF вместо уменьшения и снижаются показатели AMo и SI вместо увеличения). На рис.2 хорошо видно, чем меньше исходное значение VLF, тем более выражена парадоксальная реакция на изменение положения тела.

Таблица 2

**Данные анализа ВСП у спортсменов с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма
при ортостатическом тестировании**

Умеренное преобладание центральной регуляции (I тип)

Первый вариант реакции

	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	SDNN	AMo50	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
Лежа	69,4	888,3	212,0	37,5	17,6	42,1	57,9	170,8	1810,2	549,1	582,9	329,3	348,9	29,0	32,3	20,5	18,2
M±m	2,4	32,0	7,8	2,9	3,7	2,2	3,6	20,9	106,5	63,7	49,6	12,3	58,2	2,7	1,8	1,7	2,3
стоя	87,8	709,1	221,2	22,6	6,2	44,1	59,0	332,7	2288,7	258,4	1056,9	342,2	631,2	12,8	51,1	16,4	19,7
M±m	4,1	37,3	25,3	2,9	1,9	5,0	5,6	68,0	594,8	45,6	169,2	76,2	369,9	2,0	3,7	1,6	4,3

Выраженное преобладание центральной регуляции (II тип)

Второй вариант реакции

	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	SDNN	AMo50	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
Лежа	69,4	878,5	172,6	32,7	13,3	33,9	67,7	289,6	1128,4	455,8	342,3	125,7	204,6	41,9	27,9	12,0	18,3
M±m	1,6	19,8	12,1	2,6	3,2	2,1	6,9	62,2	153,5	53,8	77,1	14,7	34,6	4,3	3,0	0,9	1,9
Стоя	88,8	689,8	187,8	17,9	2,6	36,4	68,9	397,2	1491,1	173,6	813,7	284,2	219,3	10,9	52,1	19,3	17,7
M±m	2,8	21,3	8,5	1,9	0,6	1,5	4,4	60,6	186,4	37,9	130,6	29,5	20,0	1,6	2,4	1,2	2,3

Умеренное преобладание автономной регуляции (III тип)

Третий вариант реакции

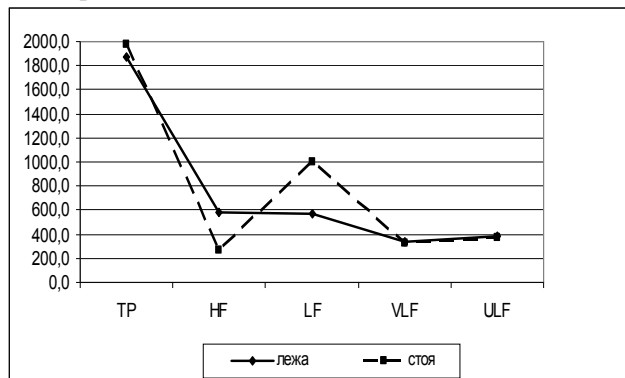
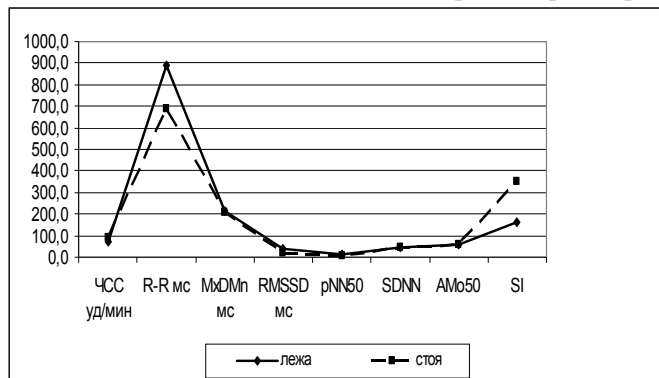
	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDM п, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	SDN N	AMo 50	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
Лежа	58,8	1036,5	358,5	75,7	46,7	73,1	31,6	49,0	4972,4	1894,0	1655,1	681,1	740,5	39,5	30,7	13,5	16,2
M±m	1,2	20,2	25,8	6,1	2,7	6,0	1,5	4,0	766,7	220,1	360,3	127,3	93,9	1,6	1,3	0,4	1,3
Стоя	82,5	742,5	248,2	25,7	6,8	49,1	49,4	186,5	2601,6	352,1	1285,4	518,3	445,7	11,9	49,9	20,4	17,9
M±m	2,4	20,9	11,9	2,1	1,0	2,0	2,4	20,1	291,5	64,3	175,8	50,9	31,2	1,1	2,2	1,1	1,7

Выраженное преобладание автономной регуляции (IV тип)

Четвертый вариант реакции

	ЧСС, уд/мин	R-R, мс	MxDMn, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	SDNN	AMo 50	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²	HF, %	LF, %	VLF, %	ULF, %
Лежа	54,3	1116,2	544,4	126,9	68,1	116,7	19,7	16,8	9559,8	3736,1	3402,9	1220,8	1199,9	41,4	34,0	12,2	12,4
M±m	1,2	22,7	11,5	3,3	1,3	4,2	0,6	0,9	675,6	268,2	384,1	107,5	138,6	2,8	2,0	0,6	1,1
стоя	82,2	740,9	251,4	27,3	8,8	50,8	47,8	166,6	2584,4	459,7	1244,1	471,0	409,6	14,9	48,6	19,7	16,8
M±m	1,8	16,0	11,2	3,3	2,2	2,7	2,2	16,2	264,9	113,9	138,5	41,4	48,5	2,7	1,8	1,8	2,8

Умеренное преобладание центральной регуляции (I тип),
первый вариант реакции на ортостаз



Выраженное преобладание центральной регуляции (II тип),
второй вариант реакции на ортостаз

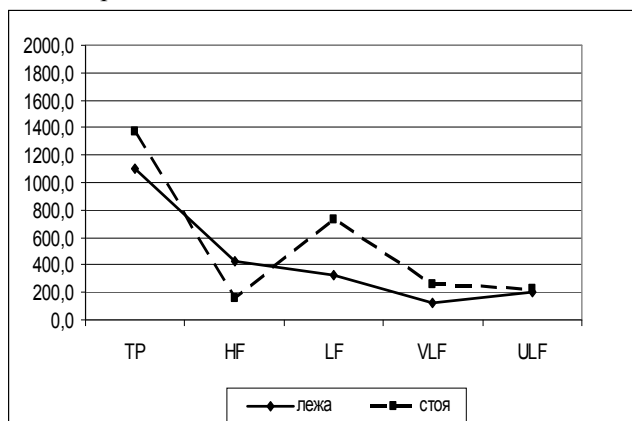
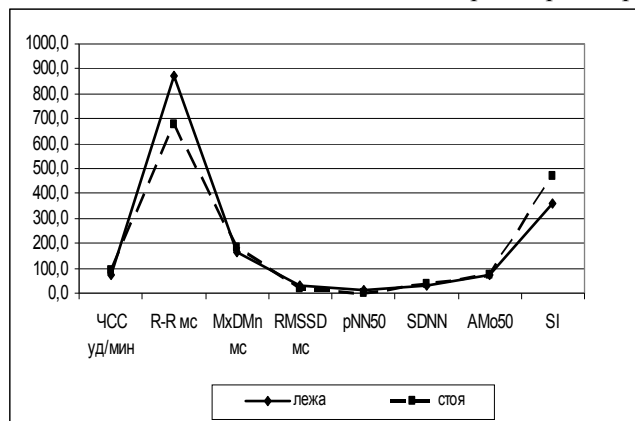


Рис. 1. Анализ ВЧР при ортостатическом тестировании у спортсменов с умеренным и выраженным преобладанием центральной регуляции

Подобная неблагоприятная реакция на ортостатическое воздействие свидетельствует о снижении адаптационных возможностей организма спортсмена и необходимости коррекции тренировочного процесса.

Первый и второй варианты реакции на ортостатическое воздействие чаще всего встречаются при выраженном утомлении, перетренированности или донозологических состояниях. Важно отметить, что у спортсменов с преобладанием центральной регуляции при ортостазе наряду с увеличением суммарной мощности вазомоторных волн (LF) увеличивается их относительное содержание (LF%) в спектре. Поэтому при анализе ВЧР нельзя ограничиваться изучением только относительных значений вазомоторных волн (LF%), необходимо в первую очередь обращать внимание на суммарную мощность этих волн (LFмс²), иначе это может приводить к ошибочной трактовке результатов ортостатического исследования.

Данные анализа ВЧР у спортсменов с преобладанием автономной регуляции (III и IV типы) носят иной характер приспособительной реакции на ортостатическое воздействие по сравнению со спортсменами с центральным типом вегетативной регуляции (I и II типы) (табл. 2, рис. 3).

Установлено, что у спортсменов с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип) при переходе в положение стоя, как правило, уменьшались временные показатели ВЧР R-R, MxDMn, RMSSD, pNN50, SDNN и увеличивались AMo50 и SI, что указывает на снижение активности парасимпатического отдела ВНС. При этом включение центральных структур вегетативной регуляции усиливалось, о чём свидетельствует снижение показателей спектральных компонентов ВЧР (TP, HF, LF, VLF и ULF) (третий вариант реакции). Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и адаптивных возможностях организма. У спортсменов с выраженным преобладанием автономной регуляции сер-

дечного ритма (IV тип) более выражена реакция центральных структур управления на ортостатическое воздействие (четвёртый вариант реакции). Этот вариант реакции в основном характерен для высокоотренированных спортсменов.

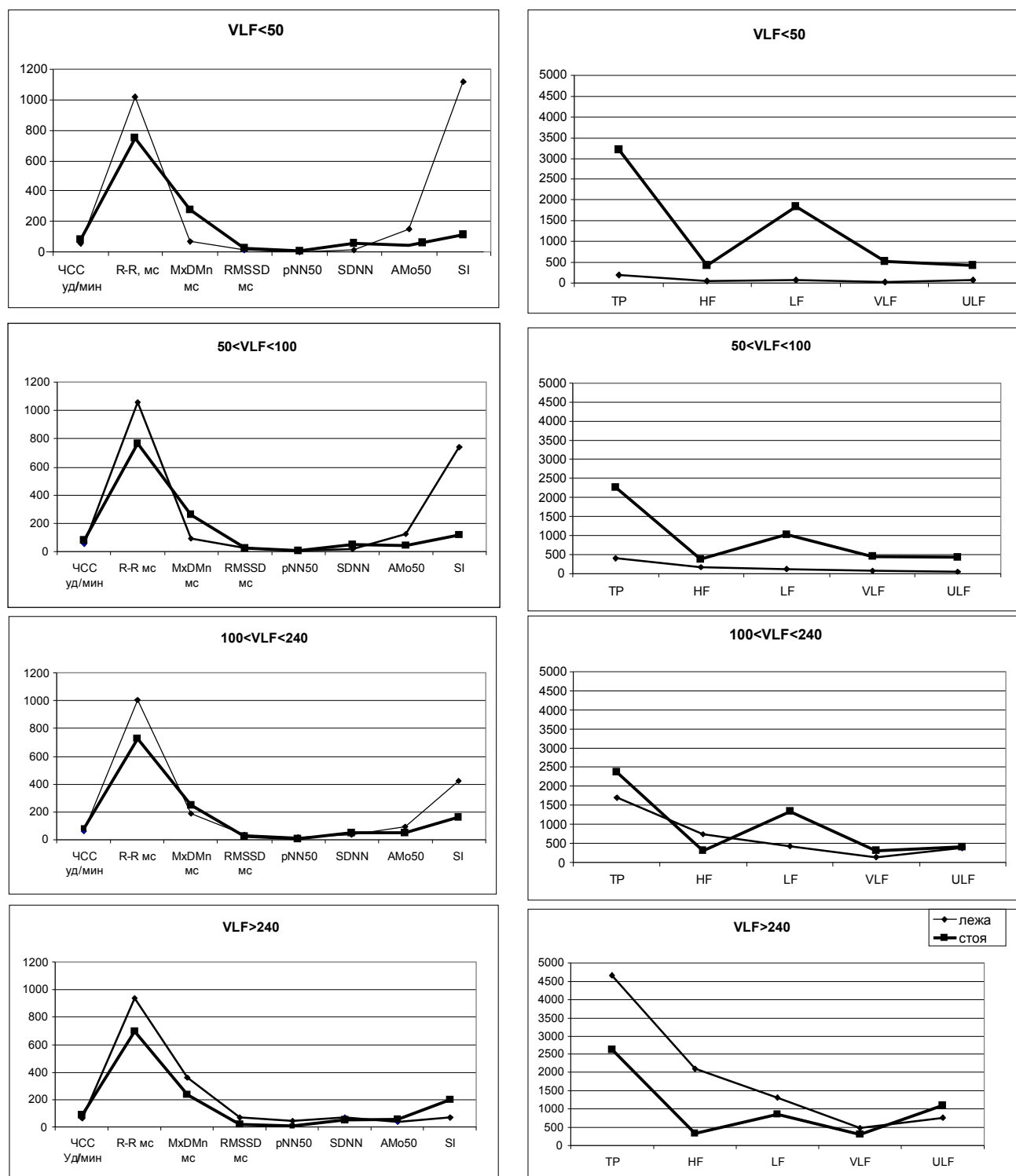
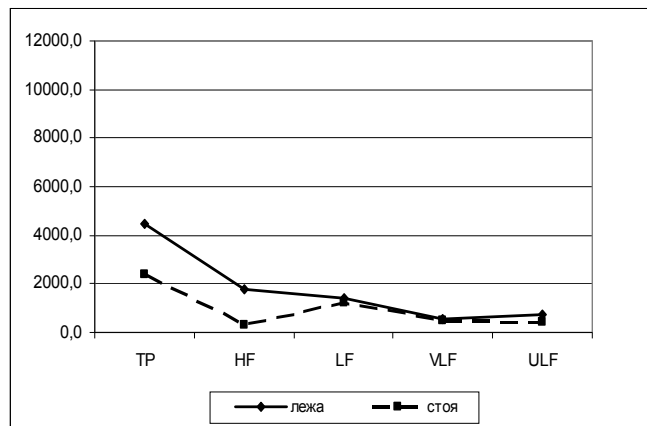
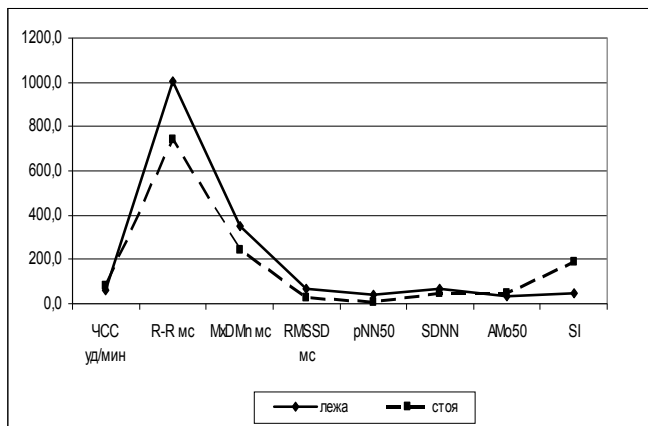


Рис. 2. Анализ ВСР при ортостатической пробе при разных исходных значениях VLF (мс^2) у спортсмена (триатлон) К.М.

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

Полученные данные свидетельствуют о том, что анализ ВСР при применении ортостатического тестирования позволяет дать своевременную оценку функционального состояния регуляторных систем и адаптационных возможностей организма. Особенно важны динамические исследования ВСР при ортостазе у спортсменов в подготовительном и соревновательном периодах тренировочного процесса.

Умеренное преобладание автономной регуляции (III тип),
третий вариант реакции на ортостаз



Выраженное преобладание автономной регуляции (IV тип),
четвертый вариант реакции на ортостаз

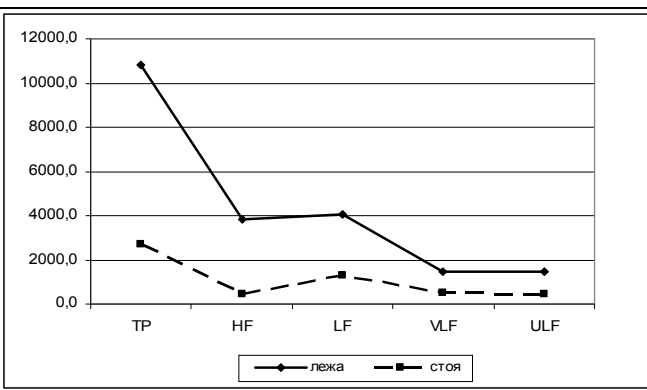
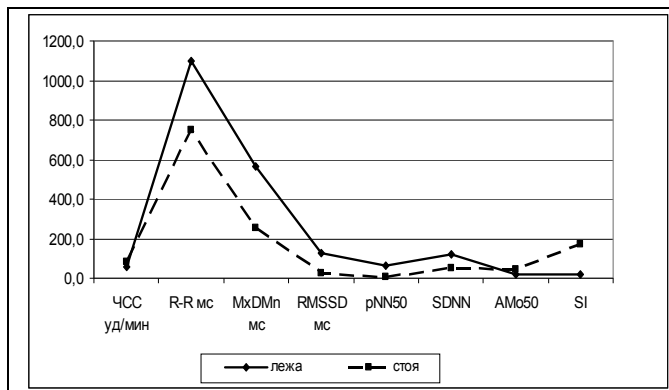


Рис. 3. Анализ ВСР при ортостатическом тестировании у спортсменов с умеренным и выраженным преобладанием автономной регуляции

Приведем примеры результатов анализа ВСР при ортостазе у двух спортсменов-игровиков с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в период игрового турнира (табл. 3 и 4).

В табл. 3 представлены динамические исследования ВСР в положении лежа и стоя у спортсмена с выраженным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (IV тип).

Исходя из данных анализа ВСР у этого спортсмена в положении лежа можно чётко проследить переход с одного типа вегетативной регуляции на другой (от выраженного преобладания автономной регуляции до умеренного преобладания центральной). А при переходе в положение стоя наблюдать изменения реактивности организма на ортостатическое тестирование от первой к седьмой игре.

Согласно данным таблицы установлено, что у спортсмена от игры к игре существенно снижается активность парасимпатического отдела ВНС (уменьшаются значения R-R и разброс (MxDMn) кардиоинтервалов), нарастает активность симпатической регуляции (увеличивается SI) и увеличивается напряжение центральной регуляции (снижаются показатели TP, HF, LF, VLF и ULF спектра). В начале игрового турнира (исследования 1, 2, 3) реакция на изменение положения тела была оптимальной, в середине (исследования 4, 5) – сниженной, а в конце турнира (исследования 6, 7) – парадоксальной.

Эти данные свидетельствуют о том, что с помощью динамического анализа ВСР при ортостазе можно своевременно выявить начало развития утомления и его выраженность.

На примере динамического анализа ВСР у спортсмена со II типом вегетативной регуляции, представленного в табл. 4, видно, что исходно выраженное преобладание центральной регуляции ещё больше нарастает к концу игрового турнира, о чем свидетельствует уменьшение значений MxDMn, RMSSD, SDNN, pNN50, TP, HF, LF, VLF и ULF и увеличение показателей AMo50 и SI.

Данные динамического анализа ВСР у этого спортсмена при активной ортостатической пробе выявили дисрегуляторные проявления, которые характеризуются парадоксальной реакцией регуляторных систем на положение стоя во всех исследованиях (табл. 4). Это говорит о хроническом физическом напряжении регуляторных систем у данного спортсмена в период игрового турнира.

Таблица 3

Динамика показателей ВСР у игрока с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV тип) при ортостатической пробе в соревновательный период

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
Лежа								
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
Стоя								
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

Таблица 4

Результаты анализа ВСР у игрока с выраженным преобладанием центральной регуляции при ортостатической пробе в период игрового турнира (парадоксальная реакция)

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
Лёжа								
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
Стоя								
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

Поэтому очень важно внедрять в спортивную практику как взрослых, так и юных спортсменов методы анализа ВСР для раннего распознавания неадекватности вегетативной реактивности на ортостатическое тестирование как фактора риска развития перетренированности и донозологических состояний.

В табл. 5 и на рис. 4 представлен пример анализа ВСР при ортостатическом тестировании до тренировки у перетренированной юной спортсменки. В ответ на ортостатическое тестирование организм спортсменки отвечает выраженной парадоксальной реакцией регуляторных систем (резко возрастает ЧСС, увеличивается значение $MxDMn$, снижается $AMo50$, SI , резко увеличивается TP , LF , VLF , ULF). Кроме того, исходная выраженная брадикардия, низкое значение VLF , выраженное относительное содержание HF волн в спектре (68%), аритмия и парадоксальная реакция на ортостатическое тестирование у спортсменки требуют пристального внимания спортивного врача-кардиолога.

Таблица 5

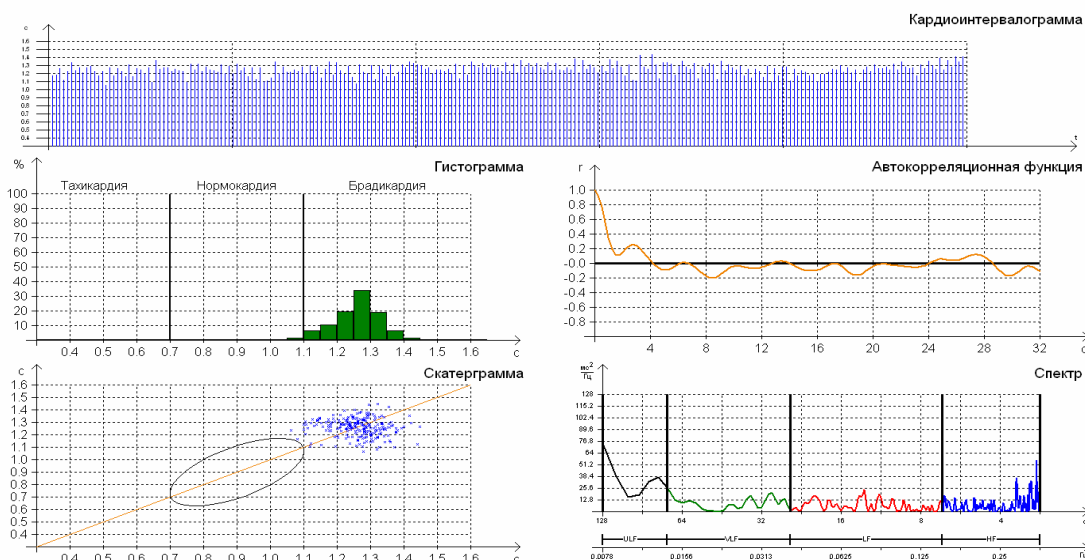
Показатели ВСР у спортсменки-гандболистки при ортостатическом тестировании

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА					
n 9	К.Н.				
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
08.09.2011	15:27	жен.	16	48	00:05:01
Основные параметры variability сердечного ритма					
Показатели			Лежа	Стоя	С/Л, %
Статистический и автокорреляционный анализ					
1. Частота пульса (ЧСС), уд.мин	48		71	149.6	
2. Среднее значение длительности RR интервалов, мс	1259		842	66.9	
3. Максимальное значение (Mx), мс	1409		1156	82.0	
4. Минимальное значение (Mn), мс	1072		601	56.1	
5. Разность Max-Min ($MxDMn$), мс	337		555	164.7	
6. Отношение Max/Min ($MxRMn$)	1.31		1.92	146.3	
7. RMSSD, мс	100		67	66.6	
8. pNN50, %	68.6		30.5	44.5	
9. Среднее квадратич.отклонение (SDNN), мс	65		108	165.1	
10. Коэффициент вариации (CV), %	5.2		12.8	246.9	
11. Дисперсия (D), мс ²	4284		11672	272.5	
12. Мода (Mo), мс	1269		846	66.7	
13. Амплитуда моды (AMoSDNN), %/SDNN	39.7		39.9	100.7	
14. Амплитуда моды (AMo50), %/50 мс	33.7		20.2	59.9	
15. Амплитуда моды (AMo7.8), %/7.8 мс	6.8		4.6	68.1	
16. Показатель автокорреляционной функции (CC1)	0.350		0.833	237.8	
17. Показатель автокорреляционной функции (CC0)	4.19		4.59	109.6	
18. Число аритмий (NAr), % (Общее число аритмий)	0.8 (0)		0.0 (0)	0.0	
19. Индекс напряжения регуляторных систем (SI)	39		22	54.6	
Спектральный анализ					
20. Суммарная мощность спектра (TP), мс ²	3336.75		10985.87	329.2	
21. Суммарная мощность HF, мс ²	1931.54		1537.86	79.6	
22. Суммарная мощность LF, мс ²	672.73		6465.35	961.1	
23. Суммарная мощность VLF, мс ²	226.37		1905.36	841.7	
24. Суммарная мощность ULF, мс ²	506.12		1077.29	212.9	
25. Мах высокочаст. составл. (HFmx), мс ² /Гц	55.91		48.07	86.0	
26. Мах низкочаст. составл. (LFmx), мс ² /Гц	23.82		230.64	968.3	
27. Мах сверхнизкочаст. составл. (VLFmx), мс ² /Гц	20.67		233.52	1129.9	
28. Мах ультранизкочаст. составл. (ULFmx), мс ² /Гц	96.63		258.10	267.1	
29. Период Мах спектра HF, с	2.91		4.68	160.7	
30. Период Мах спектра LF, с	13.13		13.30	101.3	
31. Период Мах спектра VLF, с	29.26		30.12	102.9	
32. Период Мах спектра ULF, с	146.29		85.33	58.3	
33. Мощность HF, %	68.2		15.5	22.7	
34. Мощность LF, %	23.8		65.3	274.6	
35. Мощность VLF, %	8.0		19.2	240.5	
36. LF/HF	0.35		4.20	1207.1	
37. VLF/HF	0.12		1.24	1057.2	
38. Индекс централизации (VLF+LF)/HF (IC)	0.47		5.44	1169.3	

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

п 9 К.Н.					
Дата	Время	Пол	Возраст	ЧСС	Время записи
08.09.2011	15:27	жен.	16	48	00:05:01

Лежа



Стоя

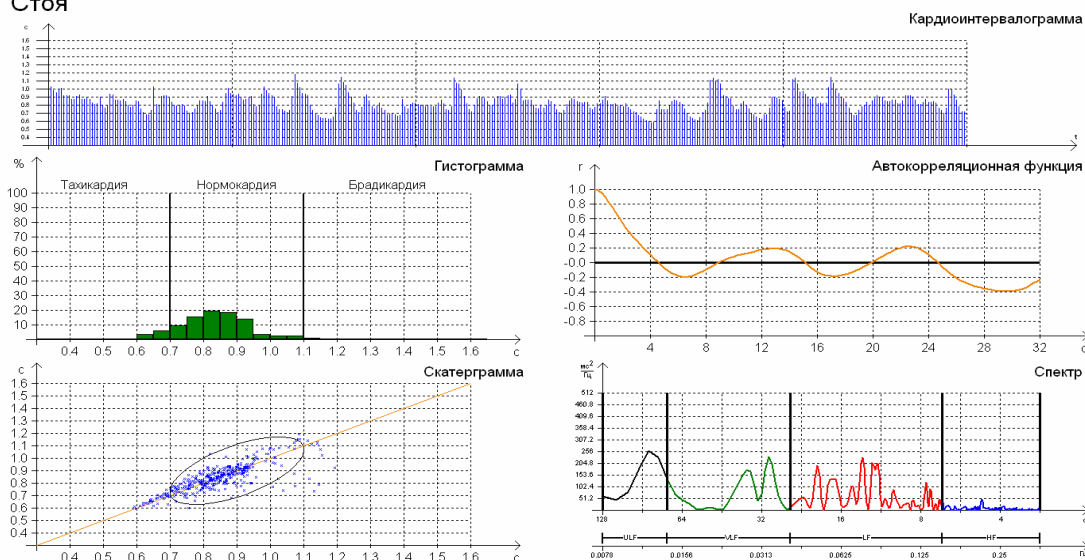


Рис. 4. Показатели ВСР у спортсменки-гандболистки при ортостатическом тестировании

Не менее интересен пример использования данных анализа ВСР при ортостатическом тестировании у боксёра (МС) до и через день после соревнований, которые представлены в табл. 6.

Таблица 6

Состояние регуляторных систем у боксера (мс) при ортостатическом тестировании до и после соревнований

	В день соревнований		После соревнований	
	лежа	стоя	лежа	стоя
ЧСС, уд/мин	49	78	66	67
MxDMn, мс	317	416	357	484
SI, усл. ед	37,55	43,96	33,36	16,77
TP, мс ²	3500,88	6637,83	6771,66	9899,89
HF, мс ²	2495,72	1049,13	5766,89	2936,02
LF, мс ²	453,79	5001,33	562,26	6681,47
VLF, мс ²	177,06	389,34	82,99	125,96
ULF, мс ²	374,32	198,03	359,51	156,43
HF, %	71	16	85	30
LF, %	13	75	8	67
VLF, %	5	6	1	1
ULF, %	11	3	5	2

Согласно данным табл. 6 в день соревнований анализ ВСР выявил у спортсмена выраженное напряжение регуляторных систем на фоне выраженной брадикардии. Об этом свидетельствуют чрезмерно высокая активность дыхательного центра (высокие показатели HF и HF%), выраженное напряжение вазомоторного центра (низкие значения LF и LF%), а низкая активность надсегментарных отделов вегетативной регуляции (низкие значения VLF и VLF%) указывает на выраженное психоэмоциональное напряжение и напряжение энергометаболических процессов. При переходе в положение стоя у спортсмена выявляется парадоксальный тип реакции, который заключается в выраженном увеличении ЧСС (на 29 уд/мин.), увеличении разброса кардиоинтервалов (MxDMn увеличивается вместо уменьшения), незначительном увеличении SI, резком увеличении суммарной активности вазомоторных (LF) волн (вместо снижения). Данная динамика показателей ВСР означает, что состояние регуляторных систем у спортсмена находится на грани срыва. В то же время подобное состояние вегетативной регуляции у высококлассных спортсменов непосредственно перед соревнованиями может говорить о пике спортивной формы. Однако необходимо знать, что выраженное напряжение регуляторных систем в покое в предсоревновательный период должно быть непродолжительным и индивидуальным для каждого спортсмена с учетом его квалификации, иначе может произойти срыв и поломка в состоянии регуляции в результате чрезмерного перенапряжения [3].

Исследуемый нами спортсмен был готов к соревнованиям и выиграл их. Но, как свидетельствуют результаты анализа ВСР через день после соревнований в покое (увеличение ЧСС, HFмс², HF%, резкое снижение LF и VLF волн) и при ортостазе (отсутствует реакция ЧСС, увеличение MxDMn, TP, LF и снижение SI), они дорого обошлись организму. Эти данные говорят о том, что через день после соревнований рассогласование между автономной и центральной регуляцией нарастает. Этому способствовало не только чрезмерное физическое и психическое напряжение на соревнованиях, но и эйфория победы. Спортсмену требуется отдых для нормализации регуляторных систем организма.

Выводы

1. Анализ полученных результатов ВСР свидетельствует о том, что для оценки функционального состояния регуляторных систем у спортсменов независимо от вида спорта при проведении ортостатической пробы необходимо учитывать индивидуально-типологические особенности вегетативной регуляции.

2. Усреднение показателей ВСР у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции недопустимо, иначе возможна ложная интерпретация полученных результатов.

3. Анализ ВСР выявил количественные и качественные различия в ортостатической реакции у спортсменов с преобладанием автономной или центральной регуляции, которые определяются по уровню снижения суммарной мощности дыхательных волн (HF) и по изменению направленности вазомоторных волн (LF). У первых показатели HF и LF в ответ на ортостаз уменьшаются, а у вторых – значение HF снижается, а LF увеличивается. При этом относительное содержание LF% волн в спектре на ортостатическое воздействие увеличивается у всех спортсменов независимо от типа регуляции. Это говорит о том, что при анализе ВСР необходимо в первую очередь учитывать суммарную мощность вазомоторных (LF) волн, а не их относительное содержание в спектре (LF%). Иначе возможна ошибочная интерпретация полученных данных.

4. Наличие вегетативной дисфункции при исследованиях ВСР в покое, парадоксальная реакция на ортостаз и снижение спортивных результатов являются показателями неблагоприятных тенденций в состоянии здоровья спортсмена.

5. Анализ ВСР при ортостатическом тестировании показал, что простота, доступность и высокая чувствительность метода делают его незаменимым в работе физиолога, врача и тренера для экспресс-оценки и динамического контроля за функциональным состоянием, адаптивными и резервными возможностями организма спортсмена.

* * *

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220 с.
2. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, интерпретации, клинического использования: доклад рабочей группы Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии // Вестн. аритмологии. 1999. № 11. С. 53-78.
3. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / УдГУ. Ижевск, 2009. 255 с.

Поступила в редакцию 13.02.12

N.I. Shlyk, E.N. Sapozhnikova, A.P. Zhuzhgov

About the peculiarities of orthostatic reaction of sportsmen with different types of vegetative regulation

A new approach to the estimation of orthostatic reaction of sportsmen is shown depending on dominant type of vegetative regulation according to the analysis data of the heart rate variability.

Keywords: sportsmen, orthostatic test, heart rate variability, types of vegetative regulation, work-out session.

Шлык Наталья Ивановна, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: medbio@uni.udm.ru

Shlyk N. I., doctor of biology, professor
Udmurt State University
426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya st., 1
E-mail: medbio@uni.udm.ru

Сапожникова Елена Николаевна, кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: medbio@uni.udm.ru

Sapozhnikova E.N., candidate of biology, associate professor
Udmurt State University
426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya st., 1
E-mail: medbio@uni.udm.ru

Кириллова Татьяна Георгиевна, кандидат биологических наук, доцент
Набережночелнинский филиал Поволжской ГАФКСиТ
423807, Россия, г. Набережные Челны, ул. им. Е.Н. Батенчука, д. 21 (ГЭС 3/16)
E-mail: tgkirillova@mail.ru

Kirillova T.G., candidate of biology, associate professor
Naberezhnye Chelny branch of Povolzhski State Academy of Physical Education, Sport and Tourism
423807, Russia, Naberezhnye Chelny, E.N. Batenchuk st., 21
E-mail: tgkirillova@mail.ru

Жужгов Александр Парфирьевич, кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: medbio@uni.udm.ru

Zhuzhgov A. P., candidate of biology, associate professor
Udmurt State University
426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya st., 1
E-mail: medbio@uni.udm.ru