УДК 796.01:612

РЕЗУЛЬТАТЫ СОРЕВНОВАНИЙ И СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У ЮНЫХ ГИМНАСТОК

Л.Н. Ботова
Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, г. Казань

Проанализирована динамика вариабельности сердечного ритма (ВСР) и показателей центральной гемодинамики (ЦГД) в двух соревновательных периодах у юных гимнасток. Исследование проводилось с применением ортостатической пробы, а также с учетом индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции гимнасток. При анализе результатов исследования ВСР у гимнасток с разными типами вегетативной регуляции выявлена разная ответная реакция организма как на тренировочную нагрузку, так на ортостатическое тестирование. Было показано, что при чрезмерной или парадоксальной ответной реакции регуляторных систем на ортостатическую пробу происходит изменение в показателях ЦГД. Также доказано, что чрезмерные соревновательные нагрузки при исходно высоком уровне напряжения регуляторных систем могут привести к снижению сократительной способности миокарда, выражающейся в снижении УОК и МОК после тренировочных занятий. Сделан вывод, что результат соревнований находится в прямой зависимости от состояния систем, регулирующих ритм сердца юных гимнасток, которое можно определить только при индивидуальном подходе к анализу ВСР.

Ключевые слова: юные гимнастки, тренировочный процесс, ортостатическое тестирование, вариабельность сердечного ритма, центральная гемодинамика.

Введение. В работах зарубежных авторов, часто описывается вариабельность сердечного ритма в состоянии покоя, при нагрузках контролируемой мощности, а также тренировочных периодах в сравнении с периодами отдыха [3–5]. Однако работ в области изучения динамики ВСР у юных гимнасток с учетом индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции при анализе литературных данных нами не найдено.

Измерить степень напряжения регуляторных систем в экстремальных состояниях означает оценить степень напряжения или стресса, которую испытывает организм, и получить ключ к прогнозированию возможных нарушений адаптации [1].

Цель – на основе показателей ВСР и ЦГД определить индивидуальные адаптационные возможности организма юных гимнасток в периоды подготовки к соревнованиям и сравнить их с результатами соревнований.

Методика. Нами проведен динамический анализ ВСР и показателей ЦГД у семи гимнасток, входящих в состав юниорской сборной Республики Татарстан, в разные тренировочные периоды в течение 2,5 лет. В данной работе рассмотрены результаты анализа ВСР и ЦГД у двух гимнасток 9 лет (II разряд) К. Я. и С. А. с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма, до и после тренировочных занятий, с применением активной ортостатической пробы в предсоревновательный период и после соревновательной нагрузки в двух разных соревновательных периодах (первый – Первенство Республики Татарстан 30.10.–4.11.2010 года, второй – Всероссийский турнир 7–11.04.2011 года). Тип вегетативной регуляции определялся согласно классификации, предложенной профессором Н.И. Шлык (1992) [2].

Результаты и их обсуждение. При анализе результатов ВСР у гимнасток с разными типами вегетативной регуляции в разные соревновательные периоды нами была обнаружена различная ответная реакция организма как на тренировочную нагрузку, так на ортостатическое тестирование. У гимнастки К. Я. в первом соревновательном периоде при фоновых исследованиях наблюдается устойчивое напряжение вегетативной регуляции, которое проявляется в высоких значениях индекса напряжения регуляторных систем (SI), особенно в день перед соревнованиями и низких значениях показателя VLF (табл. 1). В ответ на ортостатическое тестирование во все дни до тренировочных занятий наблюдается парадоксальная реакция, которая выражается в увеличении активности автономного контура регуляции (увеличивается R-R, MxDMn, и снижается показатель SI) и снижении активности центрального контура регуляции (увеличение суммарной мощности спектра (TP) и компонентов волновой структуры LF, VLF и ULF), и в то же время снижение парасимпатической активности (снижение значений. дыхательных волн HF) (см. табл. 1). Такая реакция на ортостаз характерна для центрального типа регуляции, к которому относится данная гимнастка. Во все дни исследований после тренировочных занятий анализ ВСР у данной гимнастки был оптимальным.

Таблица 1

Результаты анализа ВСР у гимнастки К.Я. с центральным типом регуляции (II группа) при ортостатической пробе до и после тренировочной нагрузки (первый соревновательной период)

До тренировки										
	До соревнований						После соревнований			
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	79	81	83	81	88	93	85	91	81	86
MxDMn (мс)	300	344	278	400	157	250	210	199	226	207
SI (усл. ед.)	76	67	85	39	273	108	172	156	114	155
TP (мс^2)	3307,82	3285,86	2921,46	6276,18	939,79	2723,85	1364,14	1515,69	1948,01	1589,56
HF(мс^2)	2034,55	1646,11	1562,48	3095,04	520,42	382,23	963,14	559,33	1473,92	467,22
LF (мс^2)	936,15	947,64	491,62	1351,48	199,54	712,99	295,59	838,38	343,55	545,97
VLF (мс^2)	195,98	498,56	85,74	1398,74	109,27	396,5	77,13	259,75	73,67	110,14
После тренировки										
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	89	88	85	92	93	93	83	89	89	93
MxDMn (мс)	166	350	223	253	155	155	255	251	168	259
SI (усл. ед.)	218	59	133	114	305	80	90	111	286	120
TP (мс^2)	1124,86	3583,45	1837,43	1990,69	787,85	3784,53	2115,78	2249,78	769,52	2234,37
HF(мс^2)	706,06	1889,62	1392,26	744,41	431,36	1489,25	1480,99	1185,82	464,06	566
LF (мс^2)	254,46	1144,06	156,79	871,55	141,45	992,76	423,59	767,34	181,89	460,07
VLF (мс^2)	87,53	424,31	94,84	326,96	125,05	684,6	153,4	248,66	74,29	759,68

При рассмотрении особенностей изменения показателей ЦГД, у гимнастки К.Я. до и после тренировочной нагрузки в предсоревновательный период были выявлены увеличение показателей МОК на 1,48 л (с 5,46 до 6,94 л), УОК на 16,48 мл (с 60,62 до 77,1 мл) и ЧСС – на 6 уд./мин (с 90 до 96 уд./мин), а со стороны сосудистой системы – снижение удельного периферического сопротивления (УПС) на 3 мм рт. ст. · м^2 · мин/л (с 10 до 7 мм рт. ст. · м^2 · мин/л). Данные изменения отражают оптимальный вариант адаптации к тренировочной нагрузке. Как мы и предполагали, данная гимнастка успешно выступила на соревнованиях, став серебряным призером Первенства РТ, впервые выступая по II разряду.

После соревнований, в состоянии покоя, наблюдаются низкие значения показателя VLF, что свидетельствует о состоянии резкого энергодефицита. В ответ на ортостатическое тестирование сохраняется парадоксальная реакция, характерная для центрального типа регуляции, а также в первый день после соревнований возникает парадоксальная реакция на физическую нагрузку (см. табл. 1). При рассмотрении показателей ЦГД было обнаружено увеличение показателя УПС при увеличении показателя МОК, что ярко отражает напряжение со стороны гемодинамики.

Такие изменения со стороны регуляторных систем и показателей гемодинамики свидетельствуют о высокой «цене» адаптации данной спортсменки к соревновательной нагрузке. В данном случае нами рекомендовано предоставить определенное время данной гимнастке для восстановления, путем снижения физической и эмоциональной нагрузки.

Реакция на ортостаз у второй гимнастки С.А. отличалась неустойчивостью – от парадоксальной за три дня до соревнований, до чрезмерной за один день до старта. На фоне неустойчивой реакции на ортостатическую пробу присутствует также парадоксальный ответ систем регуляции на тренировочную нагрузку, т. е. присутствуют существенные нарушения в состоянии систем регуляции. Таким образом, данная гимнастка отличалась от своей сверстницы неустойчивостью систем регуляции, что свидетельствует о сниженных функциональных возможностях организма, а также состоянии выраженного утомления. Состояние параметров ЦГД до и после тренировочной нагрузки в предсоревновательном периоде у данной гимнастки также является неустойчивым. За три дня до соревнований наблюдается умеренное напряжение со стороны насосной функции сердца и тонуса сосудов – увеличиваются показатели ЧСС на 3 уд./мин (с 75 до 78 уд./мин), УОК на 3,65 мл (с 90,79 до 94,44 мл), и МОК с 6,81 до 7,37 л, а также происходит снижение УПС на 2 мм рт. ст. · м^2 · мин/л (9 до 7 мм рт. ст. · м^2 · мин/л). За два дня до старта наблюдается низкая реактивность на тренировочную нагрузку со стороны сердечно-сосудистой системы – ЧСС не изменяется (72 уд./мин), УОК увеличивается на 0,79 мл (с 90,28 до 91,07 мл), МОК на 0,06 л (с 6,5 до 6,54 л), УПС остается без изменений – 9 мм рт. ст. · м^2 · мин/л. За один день до соревнований увеличиваются показатели ЧСС на 15 уд./мин (с 80 до 95 уд./мин), МОК – на 0,58 л (с 6,33 до 6,91 л), снижается УОК на 6,45 мл (с 79,14 до 72,69 мл) и не изменяется УПС – 9 мм рт. ст. · м^2 · мин/л.

Таким образом, можно сделать вывод, что нарушение в состоянии регуляции, отражается на показателях ЦГД. Данная гимнастка выступила на соревнованиях неудачно. При анализе ВСР в первый и второй дни после соревнований было выявлено, что напряжение регуляторных систем сохраняется, и на этом фоне гимнастка приступает к тренировкам (табл. 2).

Во втором соревновательном периоде у гимнастки К. Я. во все дни перед соревнованиями была выявлена парадоксальная реакция регуляторных систем не только на ортостатическое тестирование, но и на тренировочную нагрузку (табл. 3). Ответ центральной гемодинамики на тренировочную нагрузку заключается в увеличении МОК на 1 л (с 6,95 до 7,95 л) при увеличении УОК на 15,84 мл (с 75,53 до 91,37 мл) и снижении ЧСС на 5 уд./мин (с 92 до 87 уд./мин), что ярко отражает рассогласование систем регуляции и наличии напряжения со стороны ЦГД. Данная гимнастка выступила на соревнованиях неудачно. Также у данной гимнастки наблюдается снижение сократительной способности миокарда после нагрузки, в связи с чем ее можно отнести к «группе риска», так как по мнению Е.А. Гавриловой (2007), к клиническим признакам стрессорной кардиомиопатии у спортсменов относится симпатикотонический тип регуляции ритма и снижение сократительной способности миокарда.

У гимнастки С.А. во втором соревновательном периоде от третьего к первому дню до соревнований нарастает активность автономного контура регуляции. Нарастает величина показателя VLF (с 172,35 мс^2 за 3 дня до соревнований до 312,9 мс^2 за 1 день до старта), свидетельствующая о высокой психоэмоциональной и адаптивной готовности к соревнованиям. МОК после тренировочных занятий за день до соревнований увеличивается на 0,36 л (с 5,9 до 6,26 л) при увеличении показателя ЧСС на 6 уд./мин (с 62 до 68 уд./мин), и незначительном снижении УОК на 0,21 (с 99,22 до 95,01 мл). Данная гимнастка стала победительницей Всероссийского турнира. После соревнований у выступавшей гимнастки нормализуется ответная реакция организма на тренировочную нагрузку и ортостаз (табл. 4).

Таблица 2

Результаты анализа ВСР и центральной гемодинамики у гимнастки С.А. с неустойчивым типом регуляции при ортостатической пробе до и после тренировочных занятий (первый соревновательный период)

До тренировки										
До соревнований							После соревнований			
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	87	101	77	96	96	113	85	99	81	101
MxDMn (мс)	283	314	416	323	234	143	210	238	226	273
SI (усл. ед.)	82	107	29	84	169	423	172	126	114	138
TP (мс^2)	3274,1	3794,34	7067,1	4065,23	2240,6	1236,46	1364,14	2058,13	1948	2963,12
HF(мс^2)	2491	1925,76	4357	1895,68	862,37	318,36	963,14	897,17	1473,9	669,33
LF (мс^2)	468,73	919,53	1163,4	1335,3	708,83	474,27	295,59	598,98	343,55	1057,24
VLF (мс^2)	172,35	390,77	792,22	378,68	312,9	331,85	77,13	428,06	73,67	1022,01
После тренировки										
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	91	103	88	110	88	111	83	108	89	102
MxDMn (мс)	204	181	275	136	305	173	255	221	168	227
SI (усл. ед.)	175	232	114	484	84	344	90	194	286	198
TP (мс^2)	2097,7	1760,96	3554,2	1086,42	4420,9	1338,71	2115,78	2332,11	769,52	2618,11
HF(мс^2)	1443,8	720,97	2378,6	320,67	2305,2	288,77	1480,99	579,68	464,06	1013,15
LF (мс^2)	309,76	402,59	719,43	573,69	625,33	468,17	423,59	978,31	181,89	854,01
VLF (мс^2)	208,31	348,37	336,16	163,41	845,04	300,35	153,4	451,86	74,29	405,84

Таблица 3

Результаты анализа ВСР у гимнастки К.Я. с центральным типом регуляции (II группа) при ортостатической пробе до и после тренировочной нагрузки (второй соревновательной период)

До тренировки										
До соревнований							После соревнований			
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	92	93	85	91	87	91	92	103	93	102
MxDMn (мс)	190	196	217	189	210	230	218	161	190	140
SI (усл. ед.)	208	172	131	255	169	163	144	327	258	525
TP (мс^2)	1262,2	1540,98	1543,69	1430,58	1231,56	1629,09	1703,18	1146,25	1243,26	665,91
HF(мс^2)	864,98	498,53	909,78	389,48	576,85	304	670,06	134,82	445,91	107,61
LF (мс^2)	206,58	644,38	394,81	634,89	326,23	527,21	550,36	393,63	349,51	259,57
VLF (мс^2)	124,45	189,18	132,09	335,85	151,33	350,52	289,53	419,57	303,14	137,84
После тренировки										
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	85	88	84	83	85	84	92	98	96	97
MxDMn (мс)	239	289	222	336	209	280	187	204	147	177
SI (усл. ед.)	113	83	114	62	154	91	197	191	348	261
TP (мс^2)	1866,23	2886,99	1757,85	4785,54	1511,29	2814,61	1362,15	1719,25	799,74	1352,63
HF(мс^2)	1086,98	1362,29	1024,98	1774,96	783,63	1287,45	578	383,53	276,3	418,9
LF (мс^2)	518,44	756,69	587,07	2150,95	476,48	924,1	514,35	602,76	314,74	501,18
VLF (мс^2)	253,65	628,25	83,15	549,25	172,38	482,39	201,78	379,63	50,03	248,68

Таблица 4

Результаты анализа ВСР и центральной гемодинамики у гимнастки С.А. с неустойчивым типом регуляции при ортостатической пробе до и после тренировочных занятий (второй соревновательный период)

До тренировки										
До соревнований							После соревнований			
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	71	90	77	100	66	96	78	102	75	100
MxDMn (мс)	259	298	410	252	477	191	338	297	344	184
SI (усл. ед.)	102	94	31	178	22	252	53	109	59	272
TP (мс^2)	2615,8	3728,03	5946,9	2974,26	8952,6	1741,1	3997,34	3284,2	3317,3	1468,78
HF(мс^2)	1255,5	1030,6	3148,5	970,21	5659	442,14	1820,6	828,02	1530,4	302,28
LF (мс^2)	846,3	1456,95	1357,1	1211,88	1650,1	868,95	1011,55	1000,53	1195,6	503,93
VLF (мс^2)	302,24	547,11	509,34	376,93	1303,5	281,74	560,15	1096,34	500,77	330,18
После тренировки										
Показатель	за 3 дня		за 2 дня		за 1 день		1 день		2 день	
	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз	покой	ортостаз
ЧСС (уд./мин)	69	81	71	85	72	85	79	96	81	105
MxDMn (мс)	383	352	219	341	374	421	288	360	401	331
SI (усл. ед.)	43	63	156	54	67	52	86	84	39	123
TP (мс^2)	5453,9	6086,83	1946,3	4333,09	2809	5684,26	3287,69	2196,26	5954,8	2097,94
HF(мс^2)	1853,7	3138,85	1083,8	1613,1	1834,2	2415,4	1655,38	689,47	3356,5	513,39
LF (мс^2)	1764,4	2044,03	380,07	1556,78	726,32	1684,25	717,8	892,69	1917,9	853,83
VLF (мс^2)	969,78	419,76	261,04	486,16	226,47	1184,4	613,96	419,16	604,9	248,88

Выводы. В результате проведенных исследований нами были определены индивидуальные адаптационные возможности организма юных гимнасток в периоды подготовки к соревнованиям и после них. Было доказано, что результат соревнований находится в прямой зависимости от состояния систем, регулирующих ритм сердца у юных гимнасток, которое можно определить при помощи индивидуального подхода к анализу ВСР.

Литература

1. *Баевский, Р.М. Современное состояние исследований по вариабельности сердечного ритма в России по материалам международного симпозиума «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Г.В. Рябыкина // Вестник аритмологии. – 1999. – № 14. – С. 71–75.*
2. *Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: моногр. / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.*
3. *Aubert, A.E. Heart Rate Variability in Athletes / A.E. Aubert, B. Seps and F. Beckers; Laboratory of Experimental Cardiology, School of Medicine, K.U. Leuven, Leuven, Belgium // Sports Med. – 2003. – Vol. 33 (12). – P. 889–919.*
4. *Gonzalez-Camarena, R. Effect of static and dynamic exercise on heart rate and blood pressure variabilities / R. Gonzalez-Camarena, S. Carrasco-Sosa, R. Roman-Ramos et al. // Med Sci Sports Exerc. – 2000. – Vol. 32 (10). – P. 1719–1728*
5. *Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability / R. Hedelin, G. Kentta, U. Wiklund et al. // Med Sci Sports Exerc. – 2000. – Vol. 32 (8). – P. 1480–1484.*

Ботова Л.Н., аспирант кафедры естественно-научных и медико-биологических дисциплин, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма (Казань), L.Botova@sportacadem.ru.

Bulletin of the South Ural State University
Series "Education, Healthcare Service, Physical Education"
2013, vol. 13, no. 3, pp. 50–56

CONTEST RESULTS AND THE CONDITION OF VEGETATIVE REGULATION OF YOUNG GYMNASTS

***L.N. Botova**, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russian Federation, L.Botova@sportacadem.ru*

The dynamics of heart rate variability (HRV) and the indices of central hemodynamics (ICH) of young woman gymnasts in two contest seasons have been analyzed. The research was conducted using orthostatic tests. Individual and typological peculiarities of gymnasts' vegetative regulation were taken into consideration. Analyzing the research results of gymnasts' HRV with different types of vegetative regulation, different body response to a training load and orthostatic tests was noticed. It's shown that having excessive and paradoxical response of regulation systems to the orthostatic test the changes occurred in the indices of central hemodynamics. It's proved that the excessive training load under the conditions of high stress of regulatory systems could lead to the myocardial contractility, expressed in the decrease of stroke volume and minute blood volume after training. In our paper we've come to the conclusion that contest results depend on the condition of systems regulating the heart rhythm of gymnasts and the condition of these systems can be estimated in the individual approach to the HRV analysis.

Keywords: young gymnasts, training process, orthostatic test, heart rate variability, central hemodynamics.

Поступила в редакцию 10 июня 2013 г.