

## НОРМАТИВЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПОКОЕ И ОРТОСТАZE ПРИ РАЗНЫХ ДИАПАЗОНАХ ЗНАЧЕНИЯ MxDMn И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ У БИАТЛОНИСТОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

**Н.И. Шлык**

*Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия*

**Цель исследования** – по результатам индивидуальных динамических экспресс-исследований вариабельности сердечного ритма (ВСР) у биатлонистов составить нормативы показателей ВСР в покое и ортостазе с учетом разных диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) и выявить особенности изменения их в тренировочном процессе при нарушениях кардиорегуляторных систем, работы синусового узла, восстановительных процессов, перетренированности и ухудшении спортивных результатов. **Методы и организация исследований.** Проведены динамические исследования ВСР в покое и ортостазе у 90 биатлонистов в возрасте 17–22 лет, имеющих спортивные квалификации 1-й взрослый разряд, КМС и МС, в разные периоды тренировочного процесса. Исследования ВСР проводились в лаборатории школы биатлона центра спортивной подготовки сборных команд Удмуртской Республики города Ижевска утром в восстановительном периоде после предыдущего тренировочного дня перед первой тренировкой с помощью аппарата Варикард 2.51 и программы «Варикард МП» (г. Рязань). **Результаты исследования.** При индивидуальном анализе показателей ВСР в покое в тренировочном процессе биатлонистов важное значение придавалось вариационному размаху кардиоинтервалов (MxDMn), отражающему состояние кардиорегуляторных систем и работу синусового узла. При анализе 2170 исследований ВСР у биатлонистов определено семь диапазонов значений MxDMn: < 150, 151–250, 251–350, 351–450, 451–550, 551–650 и > 650 мс, на основании которых составлены нормативы показателей ВСР в покое и ортостазе, характеризующие разные состояния кардиорегуляции. **Заключение.** По результатам исследований составлены нормативы показателей ВСР в покое и ортостазе при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn), характерных для преобладающего типа вегетативной регуляции сердечного ритма. В результате нашего исследования получены новые научные данные о нормативах показателей ВСР с учетом диапазона значений MxDMn у биатлонистов, которые важны для практического использования в тренировочном процессе и могут являться справочными для физиологов, тренеров и других исследователей.

**Ключевые слова:** биатлонисты, тренировочный процесс, нормативы показателей вариабельности сердечного ритма, покой, ортостаз, нарушения регуляции, спортивные результаты.

**Введение.** Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) до настоящего времени остается одним из самых популярных и информационных методов в физиологии и спортивной медицине, который при правильном подходе позволяет получить для науки и практики важную информацию о состоянии вегетативной регуляции функций в адаптации организма спортсменов к физическим нагруз-

кам на любых этапах тренировочного процесса [1, 2, 4–6].

Невозможно дать истинную оценку функционального состояния и адаптационно-резервных возможностей организма у тренирующихся спортсменов без экспресс-определения качества регуляции [6].

Основная информация о состоянии вегетативной регуляции и в первую очередь сис-

тем, регулирующих деятельность сердца, заключена в длительности и разбросе кардиоинтервалов, раскрывающих особенности разных перестроек организма в процессе адаптационно-компенсаторных реакций системы кровообращения [1, 5].

По характеру амплитуды колебаний регуляторных возможностей и работе синусового узла судят по вариационному размаху кардиоинтервалов (MxDMn). Любые функциональные состояния организма, а также условия, в которых он находится, сразу отражаются на показателях ВСР и в первую очередь на вариационном размахе кардиоинтервалов [1, 2, 6–8].

Обязательным условием для правильной оценки ВСР является наличие синусового ритма. Возникает вопрос, нужно ли оценивать диапазоны колебаний значения MxDMn [2]. Во многих работах при анализе ВСР показатель MxDMn не учитывается вообще, что является серьезным пробелом при оценке состояния кардиорегуляторных систем и наличия синусового ритма сердца. Кроме того, большинство работ основаны на одноразовых исследованиях ВСР, которые не могут дать истинной оценки состоянию регуляции.

До сего времени не разработаны нормативы показателей ВСР у биатлонистов с учетом диапазонов значения MxDMn, преобладанием HF-, LF-волн в покое и качеством реакций на ортостаз.

В многочисленных работах по поводу нормативов величины MxDMn ВСР у спортсменов авторы не пришли к единому мнению. В них приводятся разные данные о средних величинах MxDMn ВСР у спортсменов в пределах от 220 до 510 мс, полученные в основном при одноразовых исследованиях ВСР. Показано, что у высококвалифицированных спортсменов этот показатель возрастает в пределах 600–753 мс [2, 4, 10].

Важно подчеркнуть, что при определении значений MxDMn авторы не учитывают типологические особенности вегетативной регуляции, а также объемы выполняемых нагрузок спортсменами в предыдущий тренировочный день, что искажает интерпретацию полученных результатов. Другие исследователи приводят результаты значений MxDMn ВСР у юных спортсменов с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции [6].

Ими показано, что при умеренном преобладании автономного контура регуляции

(III тип) диапазон значения MxDMn ВСР у юных спортсменов составляет 340–460 мс, с умеренным преобладанием центрального контура регуляции (I тип) – 204–230 мс, а с выраженным преобладанием (II тип) – 162–186 мс. Выраженному преобладанию автономного контура регуляции (IV тип) соответствуют значения MxDMn ВСР соответственно 462–518 мс. По мнению автора, значение MxDMn у юных спортсменов, которое находится за пределами 530 мс, объясняется не только выраженным включением автономного контура регуляции, но и часто нарушением сердечного ритма [6–10].

Также показано, что у перетренированного лыжника 20 лет (МС) с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип) в покое диапазон колебаний значения MxDMn ВСР в разные дни был очень низким – в пределах 65–95 мс, а в ортостазе выявляется парадоксальная реакция и этот показатель увеличивается до 370 мс. При динамических исследованиях ВСР у перетренированного легкоатлета-стайера (КМС) с II типом регуляции в покое значение MxDMn варьирует в пределах от 79 до 140 мс, а в ортостазе увеличивается от 145 до 300 мс (парадоксальная реакция). У бегуна-марафонца 24 лет (МС) с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (IV тип) этот показатель в покое составил 532 мс, а у перетренированной спортсменки-волейболистки 20 лет – 632 мс.

Показаны результаты изменения значений MxDMn ВСР у двух баскетболистов с разными преобладающими типами регуляции. У спортсмена с выраженным преобладанием автономного контура регуляции в покое значение MxDMn ВСР от первой к седьмой игре постепенно снижалось от 580 до 221 мс в результате нарастающего утомления. В то время как у игрока с преобладанием центрального контура регуляции на протяжении всех семи игр значение MxDMn ВСР оставалось постоянно низким в диапазоне от 143 мс на первой игре до 126 мс на последней. В отличие от первого игрока во всех исследованиях у него выявлялась парадоксальная реакция на ортостаз [6].

Это говорит о том, что при анализе ВСР у спортсменов важное значение имеет ортостатическая проба, при которой в норме показатели ВСР MxDMn, TP, HF, LF, VLF, кроме SI, оптимально снижаются. При перетренированности или отклонениях в состоянии здоровья

спортсменов, как правило, наблюдается обратная картина. Появляются парадоксальные, гипер- или гипореакции на ортостаз со стороны регуляторных влияний на ритм сердца, указывающие на ухудшение адаптационных и резервных возможностей организма [2, 6, 7, 10].

Однако во многих работах исследователями эта проба игнорируется.

Показан индивидуальный подход к анализу показателей ВСР в покое и ортостазе с учетом разных диапазонов значений МхDMn, а также визуальный анализ кардиоритмограмм, скатерграмм и ЭКГ у лыжниц-гонщиц, что позволило автору проводить дифференциальную диагностику типов вегетативной регуляции и работы синусового узла у этих спортсменов в тренировочном процессе. Автором при анализе ВСР были установлены неблагоприятные диапазоны вариационного размаха кардиоинтервалов у лыжниц-гонщиц, при которых происходят дизрегуляторные проявления в покое, нарушается вегетативная реактивность при ортостазе и время восстановления, ведущие к ухудшению резервов организма и перетренированности. А также показаны оптимальные величины значения МхDMn ВСР у лыжниц-гонщиц в покое и благоприятные реакции на ортостаз, характерные для умеренного преобладания автономного контура регуляции. Приводятся данные показателей ВСР при изменении значения МхDMn ВСР в разные периоды тренировочного процесса в результате перехода регуляции с одного уровня на другой [6, 10].

Из представленных работ по результатам анализа ВСР можно сделать вывод, что величина вариационного размаха кардиоинтервалов МхDMn в покое и ортостазе зависит не от вида спорта, возраста и квалификации спортсменов, а в большей степени от преобладающего типа вегетативной регуляции, тренировочных нагрузок, выполненных накануне, и состояния здоровья.

**Методика исследования.** В данной работе при анализе результатов ВСР в покое и ортостазе важное значение имеет определение диапазона значений вариационного размаха кардиоинтервалов (МхDMn) с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции для оценки индивидуальных границ регуляторно-резервных возможностей, уровня восстановления организма, появления первых признаков перетренированности и прогноза спортивных результатов у исследуемых биатло-

нистов. Преобладающий тип вегетативной регуляции определялся по классификации, предложенной Н.И. Шлык [7–9], согласно которой выделено четыре типа регуляции с разными диапазонами значений ВСР МхDMn, SI и VLF [6]. При этом автор подчеркивает, что учет остальных временных и спектральных показателей строго обязателен. Проведение ортостатического тестирования при анализе ВСР является важным, так как позволяет более детально определять уровень вегетативной реактивности и резервных возможностей организма спортсменов. Гипер-, гипо- и парадоксальные реакции в ответ на ортостаз указывают на снижение адаптационно-резервных возможностей в результате перетренированности или отклонений в состоянии здоровья [6, 8].

На протяжении всего тренировочного процесса исследования ВСР у биатлонистов проводились в одинаковых условиях, утром до завтрака после предыдущего тренировочного дня. Нами установлено, что после завтрака у большинства спортсменов повышается напряжение регуляции, что отражается на показателях ВСР и может исказить информацию о ее истинном состоянии. Перед каждым исследованием ВСР обязательно проводился опрос биатлонистов о физических нагрузках, выполненных в предыдущий тренировочный день, их переносимости, качестве сна, самочувствии, условиях проживания. Также учитывались учеба в школе, вузе и участие в соревнованиях.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При анализе 2170 результатов исследований ВСР у биатлонистов в тренировочном процессе определено семь диапазонов значений МхDMn в покое: < 150, 151–250, 251–350, 351–450, 451–550, 551–650 и > 650 мс, которые соответствуют разному уровню состояния кардиорегуляторных систем.

В табл. 1–4 приведены результаты анализа ВСР в покое и ортостазе при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (МхDMn) с учетом преобладания в волновой структуре спектра дыхательных (HF), вазомоторных волн (LF), оптимальных и парадоксальных реакций значения МхDMn на ортостаз.

Так, при диапазоне значения МхDMn < 150 мс отмечаются самые высокие показатели SI и очень низкие значения волновой структуры спектра: HF-, LF- и особенно VLF-

и ULF-волн. Важно отметить, что при этом диапазоне мощность VLF-волн всегда ниже 240 мс. Указанный диапазон значения MxDMn характерен для выраженного преобладания центрального контура регуляции (II тип регуляции). Умеренному преобладанию центральных влияний на ритм сердца соответствуют диапазоны вариационного размаха кардиоинтервалов в пределах 151–250 мс, когда по сравнению с предыдущим диапазоном MxDMn ВСП умеренно снижено значение SI и увеличены все показатели волновой структуры спектра ВСП (I тип регуляции).

Диапазоны значения MxDMn ВСП в пределах 251–350 мс и при этом умеренные показатели HF, LF, VLF, ULF отражают нижнюю границу, а диапазон значения MxDMn 351–450 мс – верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма (III тип). Для выраженного преобладания автономного контура регуляции характерны диапазоны значений MxDMn ВСП в пределах 451–550 и 551–650 мс с более выраженным увеличением показателей TP, HF, LF, VLF, ULF (IV тип) по сравнению с вышеуказанными диапазонами. Значительный рост диапазона значений MxDMn > 650 и показателей TP, HF, LF, VLF, ULF, а также резкое уменьшение SI требуют серьезного анализа сердечного ритма. Увеличение значения MxDMn > 650 может указывать как на различные нарушения сердечного ритма, так и на их отсутствие. В данном случае обязательно необходим визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатерграммой ВСП и ЭКГ в покое и ортостазе.

В табл. 1 и на рис. 1 показано, что с увеличением диапазона разброса кардиоинтервалов MxDMn в покое от < 150 до 651 мс < увеличиваются показатели волновой структуры спектра ВСП: TP, HF, LF, VLF, ULF и снижаются показатели SI, ЧСС. Согласно представленным результатам в табл. 1 наибольшее число исследований встречается при вариационном размахе кардиоинтервалов в диапазонах MxDMn 351–450, 251–350 и 451–550 мс. При этом независимо от величины диапазонов MxDMn ВСП у биатлонистов преобладают дыхательные волны (HF) над вазомоторными (LF), что говорит о смещении вегетативного баланса в сторону парасимпатической активности. Так, при анализе 2170 исследований ВСП в 1501 случаях 69,2 % выявлено наличие преобладания HF-волн.

По результатам анализа ВСП в табл. 2 и

на рис. 2 имеется выраженное преобладание LF-волн во всех диапазонах значений MxDMn, что свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону симпатического канала регуляции. Эти результаты встречались в 406 (18,7 %) случаях исследований. Опережающий рост LF-волн над HF-волнами характеризуют как стрессреализующий процесс, который имеет большое значение в мобилизации организма в соревновательный период. Однако преобладающий рост вазомоторных волн в спектре в подготовительном и предсоревновательном периодах тренировочного процесса может указывать на выраженное напряжение адаптационно-резервных механизмов или перетренированность [6, 7].

Таким образом, у биатлонистов при одинаковых диапазонах значений MxDMn, но с разным преобладанием HF- или LF-волн в спектре ВСП состояние вегетативного баланса имеет различия.

В табл. 3 и 4 указаны результаты исследований ВСП в покое и ортостазе при разных диапазонах значений MxDMn с учетом разного преобладания HF и LF и наличием парадоксальных реакций на ортостаз. Это еще раз показывает, что проведение ортостатического тестирования при исследованиях ВСП является обязательным, так как позволяет своевременно и более точно определять уровень вегетативной реактивности и адаптационно-регуляторных нарушений у тренирующихся спортсменов [7, 10].

Неблагоприятные реакции у биатлонистов с преобладанием HF-волн встречались в 122 (5,6 %) случаях (см. табл. 3), а с преобладанием LF-волн в 141 (6,5 %) случае (см. табл. 4).

Парадоксальность реакций на ортостаз заключается в увеличении показателей ВСП MxDMn, TP, LF, VLF вместо уменьшения, за исключением HF-волн, а также в виде гипотили гиперреакций. При этом SI может резко возрастать, снижаться или оставаться неизменным. Неблагоприятные реакции на ортостаз встречались у биатлонистов во все периоды тренировочного процесса при недовосстановлении в результате выраженного утомления, перетренированности, отклонениях в состоянии здоровья, нарушении спортивного режима, нарушении сна, жалобах на боли в мышцах и др. Они также встречались и после дней отдыха, что связано с неправильным планированием нагрузок в микроцикле, несоблюдением спортивного режима в эти дни и другими причинами.

Таблица 1  
Table 1

Нормативы показателей ВСР у биатлонистов с преобладанием дыхательных волн (HF) в покое и оптимальных реакциях на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) HRV standards in biathletes with a predominance of respiratory waves (HF) at rest and optimal responses to orthostasis at different MxDMn

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDMn, мс MxDMn range, ms	ЧСС, уд./мин HR, bpm		MxDMn, мс/ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
		Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position	Лежа Lying position	Стоя Standing position
6	MxDMn < 150	74	100	125	114	418	638	594	506	246	153	148	191	100	105	99	57
	M ± m	13	16	8	7	62	92	195	155	152	195	78	74	29	75	77	36
144	MxDMn 151–250	74	100	208	141	162	574	1764	946	448	78	622	537	270	192	424	140
	M ± m	11	11	26	40	64	427	1331	636	582	82	619	412	150	153	284	119
365	MxDMn 251–350	61	91	305	189	59	349	3565	1555	1693	170	845	792	353	355	674	238
	M ± m	9	14	29	60	21	359	1014	1063	736	233	409	662	180	317	525	246
440	MxDMn 351–450	59	89	400	218	32	256	5954	2011	2999	226	1324	1067	568	423	1062	295
	M ± m	8	13	28	73	9	253	1671	1441	1411	325	658	979	329	338	826	327
278	MxDMn 451–550	57	87	495	242	21	225	8833	2587	4678	398	1862	1280	733	524	1560	385
	M ± m	8	15	27	95	8	244	2525	1957	2195	636	907	998	333	457	1343	455
173	MxDMn 551–650	55	88	597	264	14	210	15348	3275	8536	509	3376	1683	1092	659	2344	424
	M ± m	6	13	28	104	4	286	5401	2813	4786	823	1920	1733	594	673	1838	406
95	MxDMn 651 <	52	87	739	257	10	199	24149	3487	14641	439	5573	1903	1454	642	2481	503
	M ± m	6	15	85	101	4	311	17344	2952	13796	526	3865	1744	1193	527	2184	656

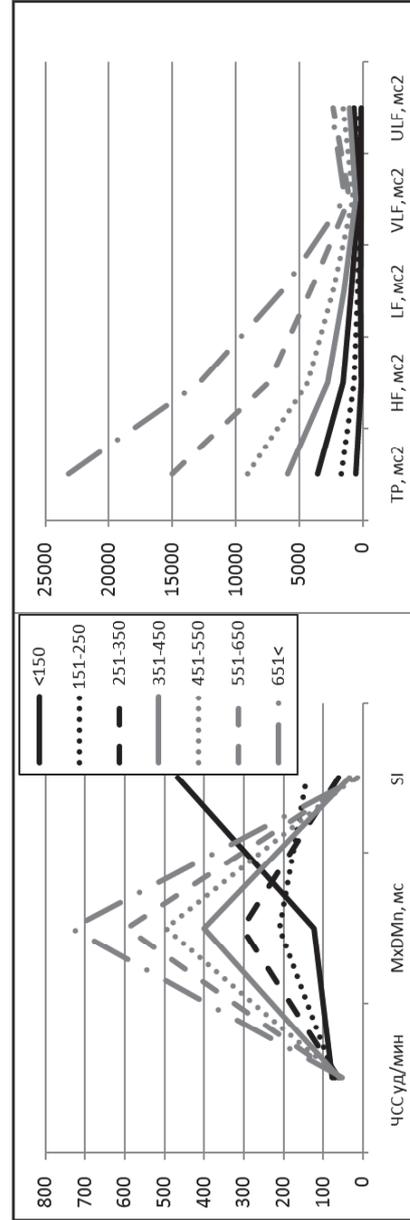


Рис. 1. Различия в показателях ВСР у юных биатлонистов с преобладанием дыхательных волн (HF) при разных диапазонах значения MxDMn в покое  
Fig. 1. Differences in HRV data in young biathletes with a predominance of respiratory waves (HF) at different MxDMn values at rest

Таблица 2  
Table 2

Нормативы показателей ВСР у биатлонистов с преобладанием вазомоторных волн (LF) в покое и оптимальных реакций на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) HRV standards in biathletes with a predominance of vasomotor waves (LF) at rest and optimal responses to orthostasis at different MxDMn

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDMn, мс MxDMn range, ms	ЧСС, уд./мин HR, bpm		MxDMn, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
		Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing
9	MxDMn < 150	79	104	124	88	498	1207	622	306	116	22	270	117	120	77	117	90
	M ± m	10	17	25	19	281	598	262	151	60	16	133	64	71	75	78	85
63	MxDMn 151–250	75	99	205	142	164	569	1528	947	340	84	513	548	246	181	429	133
	M ± m	10	12	25	43	58	421	457	736	187	107	223	541	108	141	289	113
82	MxDMn 251–350	66	95	303	187	68	383	3446	1632	917	127	1342	931	460	350	728	225
	M ± m	10	15	28	62	24	446	1028	1365	428	117	574	871	219	411	560	204
99	MxDMn 351–450	59	90	398	229	34	276	5864	2638	1615	216	2396	1667	637	473	1217	283
	M ± m	10	14	27	83	11	413	1733	1974	645	258	1169	1707	344	417	969	291
70	MxDMn 451–550	55	88	496	279	20	210	9702	4276	2880	371	4442	2933	800	541	1580	432
	M ± m	7	17	27	122	7	263	2430	3907	1135	433	1991	3132	363	449	1490	531
56	MxDMn 551–650	52	81	592	320	14	127	13929	5486	3875	482	6498	3854	1085	584	2470	565
	M ± m	6	15	28	129	5	121	4616	4536	1783	513	3145	3571	565	346	2042	644
27	MxDMn 651 <	50	81	722	341	10	134	19712	5669	6443	580	9159	3679	1474	861	2635	550
	M ± m	6	15	67	156	4	176	7751	4849	3505	713	5010	3663	1176	596	2333	478

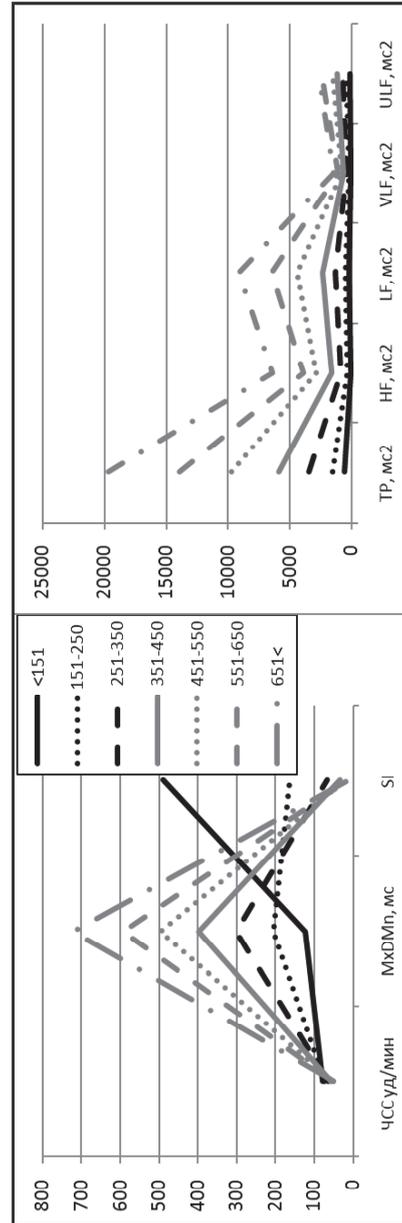


Рис. 2. Показатели ВСР с преобладанием вазомоторных волн (LF) при разных диапазонах значений MxDMn у биатлонистов в покое утром до первой тренировки  
Fig. 2. HRV data in biathletes with a predominance of vasomotor waves (LF) at different MxDMn values at rest in the morning before the first training session

Таблица 3  
Table 3

Результаты анализа ВСР у биатлонистов с разными диапазонами MxDmN с преобладанием HF-волн в покое и неблагоприятными реакциями на ортостаз  
Results of HRV analysis in biathletes with different MxDmN ranges with a predominance of HF waves at rest and adverse reactions to orthostasis

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDmN, мс MxDmN range, ms	ЧСС, уд./мин HR, bpm		MxDmN, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
		Лежа Lying position	Стоя Standing position														
16	MxDmN < 150	71	90	126	196	395	248	635	1577	309	160	121	954	80	251	124	211
	M ± m	11	12	15	42	141	150	167	771	131	94	76	677	38	115	102	161
27	MxDmN 151–250	62	84	200	264	144	131	1515	2668	705	304	330	1459	187	531	294	375
	M ± m	10	10	26	65	68	64	572	1447	376	485	173	887	99	385	231	359
40	MxDmN 251–350	58	77	291	347	60	83	3314	4072	1598	584	791	2163	318	764	607	562
	M ± m	10	12	28	77	19	157	891	1916	670	576	322	1325	151	452	403	521
14	MxDmN 351–450	49	69	387	450	31	32	5360	7460	2644	1618	1264	3472	592	1609	860	760
	M ± m	8	11	25	74	10	14	1066	3303	993	1325	682	2195	216	741	650	441
5	MxDmN 451–550	50	62	463	533	22	19	7647	8513	4043	1879	2004	2414	585	1683	1015	2538
	M ± m	4	5	9	53	4	7	646	3875	828	1411	306	880	239	730	635	1662
20	MxDmN 551–650	49	64	568	706	20	17	25541	22810	17922	11615	6082	8068	865	2407	673	720
	M ± m	13	7	14	129	7	6	24366	16616	19827	15050	5237	3640	367	707	238	308

Таблица 4  
Table 4

Результаты анализа ВСР у биатлонистов с разными диапазонами MxDmN с преобладанием LF-волн в покое и неблагоприятными реакциями на ортостаз  
Results of HRV analysis in biathletes with different MxDmN ranges with a predominance of LF waves at rest and adverse reactions to orthostasis

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDmN, мс MxDmN range, ms	ЧСС, уд./мин HR, bpm		MxDmN, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
		Лежа Lying position	Стоя Standing position														
13	MxDmN < 150	70	88	116	186	517	296	584	1581	129	201	205	842	98	289	152	248
	M ± m	12	14	23	56	268	205	208	1492	85	331	111	971	41	219	124	401
71	MxDmN 151–250	63	83	186	280	193	121	1616	3854	414	350	651	2097	270	851	282	555
	M ± m	14	15	21	97	63	76	574	3584	204	396	327	1809	131	1147	171	624
17	MxDmN 251–350	50	70	305	370	51	49	3948	5720	1260	728	1789	3421	449	1114	450	457
	M ± m	8	8	33	40	15	23	1179	1843	438	624	729	1708	200	1025	338	355
7	MxDmN 351–450	50	68	389	417	28	112	5627	3647	1529	189	2741	2929	696	230	662	299
	M ± m	8	4	28	42	5	76	952	2277	504	113	975	2393	463	74	369	228
26	MxDmN 451–550	46	63	465	525	15	21	10207	11647	3289	1046	5128	9410	510	700	1280	491
	M ± m	6	11	12	75	2	14	1862	745	649	275	1934	1574	31	16	607	539
7	MxDmN 551–650	47	58	631	685	11	8	16521	13526	3439	2120	8501	8575	831	1598	3750	1234
	M ± m	5	3	14	62	4	1	2922	677	611	865	2450	3126	365	1454	718	130

Далее мы решили проанализировать, какие диапазоны значений MxDMn BCP биатлонистов наиболее часто встречаются в разные периоды тренировочного процесса и какое количество неблагоприятных реакций возникает в ответ на ортостатическое тестирование (табл. 5).

В табл. 5 показано, что во все периоды тренировочного процесса наиболее часто встречаются значения MxDMn BCP в диапазонах 251–350, 351–450, 151–250 и 451–550 мс, особенно в подготовительный период. В этом же периоде регистрируется большее число парадоксальных реакций на ортостаз по сравнению с предсоревновательным и соревновательным периодами. Важно отметить, что при самых малых значениях MxDMn < 150, 151–250 мс, характеризующих преобладание центрального контура регуляции, и самых больших > 651 мс, указывающих на выраженное преобладание автономного контура регуляции, выявляется наибольшее количество неблагоприятных реакций. Низкие значения вариационного размаха кардиоинтервалов MxDMn и выраженная синусовая аритмия, а также отсутствие аритмии при значении MxDMn > 600 мс перед тренировкой могут указывать на нарушение процессов адаптации, снижение резервных и функциональных возможностей биатлонистов. В этом случае как раз большее значение имеет ортостатическое тестирование, при котором в норме вариабельность ритма сердца будет значительно снижаться, а напряжение систем регуляции возрастать. При отклонениях в состоянии кардиорегуляторных систем будет обратная картина. Поэтому биатлонисты с постоянно очень низкими или высокими значениями MxDMn BCP и наличием неблагоприятных реакций на ортостаз требуют особого внимания тренеров, физиологов спорта, врачей и самих спортсменов. В этом случае нельзя оценивать состояние регуляторных систем без визуального контроля за кардиоритмограммами, скатерграммами BCP и ЭКГ.

В табл. 6 представлены результаты анализа BCP у перетренированного биатлониста в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса, где особое внимание необходимо обратить на значительную выраженность вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) и показателей TP, HF, LF, VLF, ULF в покое. А на рис. 3 четко видны экстрасистолы на кардиоритмограммах, выражен-

ный разброс точек на скатерграммах BCP и серьезные нарушения сердечного ритма на ЭКГ в покое и ортостазе в разные дни исследований. В данном случае нельзя оценивать регуляторные системы потому, что речь идет о нарушении работы синусового узла. Спортсмен давно перетренирован и ему требуется лечение. Этот пример еще раз подчеркивает, что анализ BCP является незаменимым методом в ранней диагностике перетренированности.

Одним из самых серьезных нарушений является участие в тренировочном процессе и на соревнованиях спортсменов с отклонениями в состоянии здоровья. В табл. 7 и на рис. 4 приводятся данные экспресс-анализа BCP у биатлониста Г. с жалобами на боли в горле утром перед соревнованиями. Согласно показателям BCP в покое у спортсмена в этот день выражено преобладает автономный контур регуляции. Это видно по большим значениям показателей BCP: MxDMn, TP, HF, LF, VLF и особенно ULF и малому SI. В ортостазе четко прослеживается гиперреакция, когда резко уменьшаются показатели BCP MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и резко возрастают значения ЧСС и SI.

На рис. 4 в покое визуально видны неустойчивая вариабельность на кардиоритмограмме, разброс точек на скатерграмме BCP и нарушение сердечного ритма на ЭКГ, а при ортостазе наблюдается резкое уменьшение амплитуды кардиоритмограммы, выраженное локальное скопление точек на скатерграмме и изменения на ЭКГ. Это связано также и с психоэмоциональной реакцией на соревнования на фоне заболевания. После соревнований (кросс 4,5 км) спортсмен с большим горлом выходит на вторую тренировку. Согласно данным табл. 7 в покое у него уменьшается диапазон значения MxDMn и показателей спектра BCP HF, LF, VLF, ULF и увеличивается SI. В ортостазе появляется выраженная парадоксальная реакция, когда все показатели BCP резко увеличиваются, кроме ЧСС и SI. Подобные изменения показателей BCP связаны с переходом регуляции с выраженного преобладания автономного контура на выраженное преобладание центрального контура регуляции. При этом визуально на кардиоритмограмме в покое уменьшается вариабельность, имеется выраженное скопление точек на скатерграмме BCP, а на ЭКГ отмечается жесткий ритм в покое и изменение ЭКГ

Таблица 5  
Table 5

Количество исследований ВСП в покое и неблагоприятных реакций на ортостаз при разных диапазонах значений MxDMn у биатлонистов в разные периоды тренировочного процесса

Studies of HRV at rest and adverse reactions to orthostasis for different MxDMn values in biathletes at different periods of the training process

Диапазоны значений MxDMn, ms	Подготовительный / Preparatory		Предсоревновательный / Pre-competitive		Соревновательный / Competitive		Общее количество / Total	
	Кол-во исследований / Number of studies	Неблагоприят. реакции / Adverse reactions	Кол-во исследований / Number of studies	Неблагоприят. реакции / Adverse reactions	Кол-во исследований / Number of studies	Неблагоприят. реакции / Adverse reactions	Общее кол-во реакций / Total number of reactions	Неблагоприят. реакции / Adverse reactions
< 150	35	16	7	3	12	6	54	25
151-250	198	66	100	22	71	17	369	105
251-350	241	66	107	9	154	17	502	52
351-450	235	12	106	7	160	4	501	23
451-550	146	4	78	9	99	3	323	16
551-650	108	14	49	11	71	9	228	34
> 651	78	26	34	8	45	11	157	45
Всего / Total	1041	164	481	69	612	67	2134	300

Таблица 6  
Table 6

Показатели ВСП у перетренированного биатлониста Л. в покое и ортостазе в разные периоды тренировочного процесса

HRV data in overtrained biathlete L. at rest and orthostasis at different periods of the training process

Дата / Date	ЧСС, уд./мин / HR, bpm		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position
16.11.18	58	105	7	157	31061	2783	21235	401	5460	1228	1764	567	2602	587
12.2.19	62	112	11	410	13751	1141	9328	78	3019	557	802	450	602	55
27.2.19	57	94	5	105	15462	3741	32594	301	6965	2837	1398	362	4505	241

— выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted HRV data at rest and orthostasis indicate deviations from the norm.

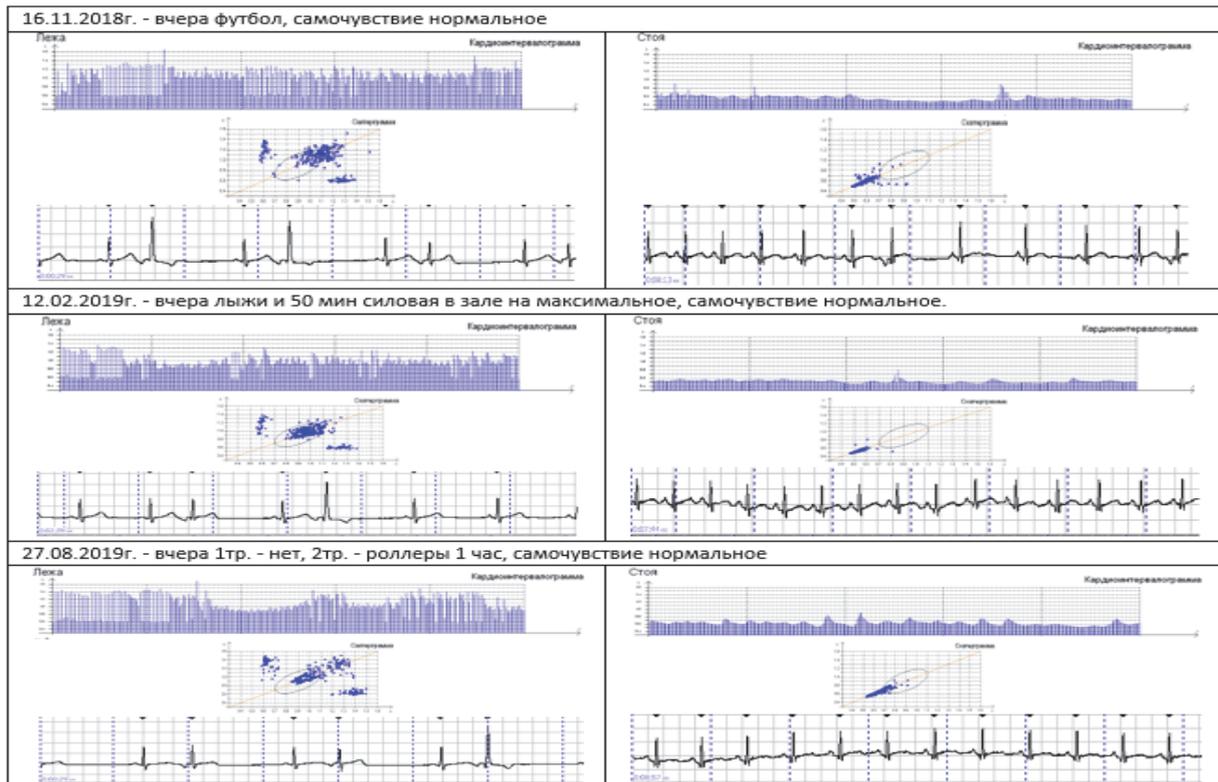
Таблица 7  
Table 7

Показатели ВСП у юного биатлониста Г. в покое и ортостазе утром и после соревнований перед второй тренировкой с большим горлом

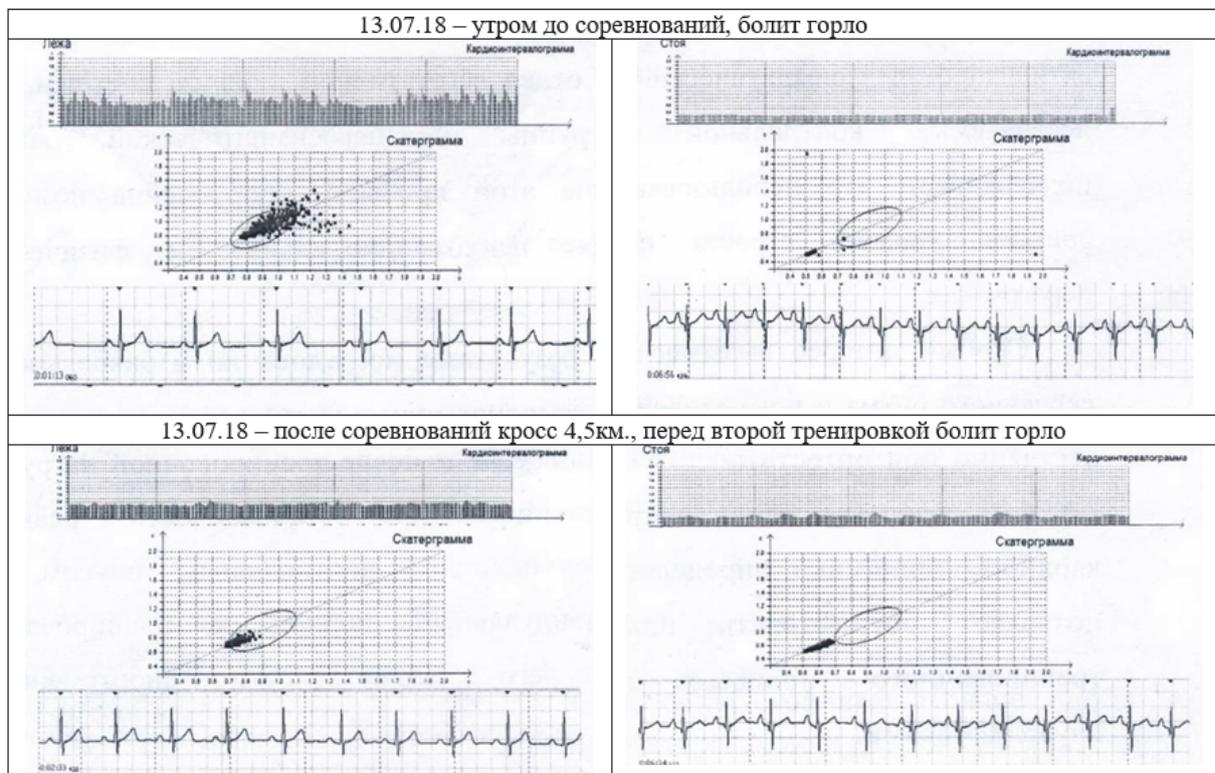
HRV data in young biathlete G. at rest and orthostasis in the morning and after the competition before the second training session with a sore throat

Дата / Date	ЧСС, уд./мин / HR, bpm		MxDMn, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position	Лежа / Lying position	Стоя / Standing position
13.07.18	62	113	601	65	1691	13583	238	3384	30	5748	135	1181	50	3270	24	
До соревнований / Before the competition	81	105	129	165	434	777	1285	172	93	814	275	139	104			
После соревнований / After the competition																

— выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted HRV data at rest and orthostasis indicate deviations from the norm.



**Рис. 3. Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Л. в разные периоды тренировочного процесса**  
**Fig. 3. Cardiac intervals data, HRV and ECG scattergrams in overtrained biathlete L. at different periods of the training process**



**Рис. 4. Показатели кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у биатлониста в покое и ортостазе утром до соревнований и после них перед второй тренировкой с жалобами на боли в горле**  
**Fig. 4. Cardiac intervals data, HRV and ECG scattergrams in a biathlete at rest and orthostasis in the morning and after the competition before the second training session with a sore throat**

при ортостазе. В таком состоянии спортсмен должен быть освобожден от соревнования и второй тренировки и отправлен к ЛОР-врачу. В данном примере речь идет о важности оценки состояния восстановления организма спортсменов перед второй тренировкой.

Для более детальной оценки состояния и устойчивости вегетативного баланса и реактивности мы провели индивидуальный анализ ВСР в покое и ортостазе с учетом диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) у 45 биатлонистов в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах (табл. 8).

Индивидуальный анализ результатов исследований ВСР выявил, что у каждого биатлониста в покое отмечается частый переход вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) с одного диапазона на другой независимо от периодов тренировочного процесса, что указывает на неустойчивость регуляции в результате перехода с одного уровня на другой, ведущего к дисрегуляторным процессам (см. табл. 8).

В табл. 8 показано, что в подготовительном периоде по сравнению с другими периодами встречается наибольшее число исследований ВСР с малыми и самыми большими значениями MxDMn от < 150, 151–250 и 551–650, > 651 мс, указывающих на плохую переносимость выполняемых тренировочных нагрузок и ухудшение адаптационно-резервных возможностей, что негативно сказывается на состоянии кардиорегуляции и реактивности организма в последующие периоды тренировочного процесса.

Нами выявлено, что эти биатлонисты за соревновательный сезон принимают участие в 25–54 стартах и у них, как правило, низкие спортивные результаты. Так, среди 45 биатлонистов только 8,8 % показывают высокие результаты, 20 % – средние и 71,2 % – низкие.

Установлено, что повышение тренированности и функциональных возможностей достигается только при оптимальном состоянии регуляции и благоприятных диапазонах значений MxDMn.

В табл. 9–11 приведены примеры результатов динамических исследований ВСР у трех биатлонистов (В., Ст. и С.) в покое и ортостазе с учетом разных диапазонов значений MxDMn, визуальной оценки результатов кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в

подготовительном и предсоревновательном периодах тренировочного процесса.

Исходя из результатов показателей ВСР в табл. 9 у первого биатлониста В. имеется постоянно выраженное преобладание центрального контура регуляции на фоне выраженной брадикардии. При этом регистрируются очень малые значения показателей ВСР: MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и большой SI в покое. На рис. 5 видно отсутствие variability на кардиоинтервалограммах, присутствует локальное скопление точек на скатерграммах ВСР и жесткий ритм сердца на ЭКГ. Эти данные говорят о напряженной работе синусового узла и кардиорегуляторной системы. Спортсмен уже в начале подготовительного периода плохо переносит нагрузки, на это также указывают парадоксальные реакции на ортостаз, когда со стороны значений MxDMn и показателей спектра ВСР вместо уменьшения идет увеличение, а SI снижается вместо увеличения (табл. 9). Такие состояния организма при продолжении тренировок нередко ведут к поражению миокарда, а затем к развитию миокардического кардиосклероза (А.Г. Дембо, 1976 г.).

Второй биатлонист С. в подготовительном периоде на фоне выраженной брадикардии по сравнению с предыдущим спортсменом имеет постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции в покое и сопровождается большими значениями MxDMn > 600 мс и другими показателями ВСР, которые продолжают увеличиваться при других исследованиях (см. табл. 10). У него отсутствуют парадоксальные реакции на ортостаз. Чем больше диапазон значений MxDMn, тем более выражены другие показатели ВСР, кроме SI. На кардиоритмограммах имеется выраженная variability и разброс точек на скатерграммах за пределами эллипса, отсутствуют изменения на ЭКГ в покое и ортостазе (рис. 6).

Установлено, чем выше variability, тем устойчивей системы регуляции к воздействию внешних нагрузок. Однако предполагается, что увеличение ВСР может носить как защитный, так и патологический характер [2, 4].

Указанный биатлонист при постоянно выраженном преобладании автономного контура регуляции хорошо переносит тренировочные нагрузки и показывает хорошие спортивные результаты. Он включен в сборную команду страны по биатлону.

Таблица 8  
Table 8

Индивидуальная динамика показателей MxDMn в разных диапазонах  
утром в покое и ортостазе у биатлонистов в разные периоды тренировочного процесса  
Individual dynamics of MxDMn values in the morning at rest and orthostasis  
at different periods of the training process

№	< 150	151–250	251–350	351–450	451–550	551–650	> 650	Спортивные результаты Sports performance
Бор К		△△□□	△△△△ □□□□	△△△□	△	△	△	Низкие Low
Вах К	▲	▲▲▲	▲▲△□	△○○	▲▲□	▲▲		Низкие Low
Влад К	●	●	△○□□		△○			Низкие Low
Гар Д				△	△△△△ □□□□	▲▲▲▲	▲▲▲▲	Низкие Low
Глав О			△□□□	○○□□	□			Низкие Low
Гол А		○□	△△△□	△□□	△	▲▲		Низкие Low
Дуб И	▲○○	▲▲▲ ○○○○ □□□□	▲▲▲ ○○○○ □□□□	△△△ □□□	□			Низкие Low
Елис А				▲▲□	▲▲△	●		Низкие Low
Ичет С		▲▲	▲●	▲■	□	●	▲▲	Низкие Low
Княз Е		▲▲▲		△△△	△			Низкие Low
Коз И		△○□□	△△△ □□□□	▲▲△ □□□□				Низкие Low
Кор Н			△●	□□	△□□	▲▲	▲▲▲▲	Низкие Low
Лап В			△□	▲●□	○○□□	▲		Низкие Low
Лап Л			△○□	△□	△○○□	▲▲	▲▲▲▲	Низкие Low
Мак М			□□	△△ □□	▲▲△□	▲▲		Высокие High
Мик В			△○	△△△□	△△○		●	Низкие Low
Мих Н			▲▲△	△△□	△			Низкие Low
Мяк А			▲■	▲▲△ □□□□	△□□□	●●	●	Высокие High
Нейг Д	▲	▲▲●	△△△ □□□□	△△△□	△			Низкие Low
Ник В				□	△□	▲▲▲▲	▲▲▲▲	Низкие Low
Обух З			△□□	▲▲△□□	△△	▲▲		Низкие Low
Пер К	▲▲	▲▲▲ □□□□	▲▲▲ ○○○○ □□□□	▲▲△□	▲▲△ □□□□	▲▲	●	Низкие Low
Пон Н	△	▲▲▲ ○○○○ □□□□	○○□□ □□□□	□□				Высокие High
Сед И		△△△	△□	△△△□	△△○	▲▲		Низкие Low
Сем В		▲▲△○	▲▲▲ ○○□□	△○	○○			Низкие Low

Окончание табл. 8

№	< 150	151–250	251–350	351–450	451–550	551–650	> 650	Спортивные результаты Sports performance
Сид И			△○		▲▲▲▲	▲▲▲▲		Низкие Low
Ситн Р	△	▲▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	△△			Низкие Low
Соб И		▲▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	□			Средние Average
Сок А	○●	○□	□□	○○□	○□			Низкие Low
Сол Е		△○	▲▲▲	○□	△△	▲▲▲	▲	Средние Average
Стр К		□	▲▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲		Средние Average
Стр Э			○	▲▲	▲▲	▲▲	▲▲	Низкие Low
Сух И		△□	▲▲	△△	△△			Средние Average
Сыр М	△	△○	△□	▲▲▲		▲▲		Низкие Low
Тем С		△	▲▲▲					Средние Average
Тер М				▲▲	▲▲	▲▲▲		Средние Average
Трой А	▲	▲▲	△△	△△	▲▲	▲	●	Низкие Low
Трон Е	▲	▲▲	○□	▲▲	▲▲	▲▲		Низкие Low
Чер И		▲▲▲	▲▲	▲▲	□□			Высокие High
Чур А	▲	▲▲	▲▲▲	▲▲▲	▲▲	▲▲	▲▲	Средние Average
Чурн А			▲▲	▲▲	▲▲	▲▲	▲▲	
Шам Д		▲	▲▲	▲▲	○○	▲		Средние Average
Шам Е		▲▲	▲▲	▲▲				Низкие Low
Шир А			○□	□□	○□			Низкие Low
Шляп Д		▲▲	▲▲	△△	▲▲	▲▲	▲▲	Средние Average

△○□ – оптимальные реакции в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах / optimal reactions in the preparatory, pre-competitive and competitive periods.

▲●■ – парадоксальные реакции в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах / paradoxical reactions in the preparatory, pre-competitive and competitive periods.

▲▲▲ – гипер- и гипореакции в подготовительном, предсоревновательном и соревновательном периодах / hyper- and hyporeactions in the preparatory, pre-competitive and competitive periods.

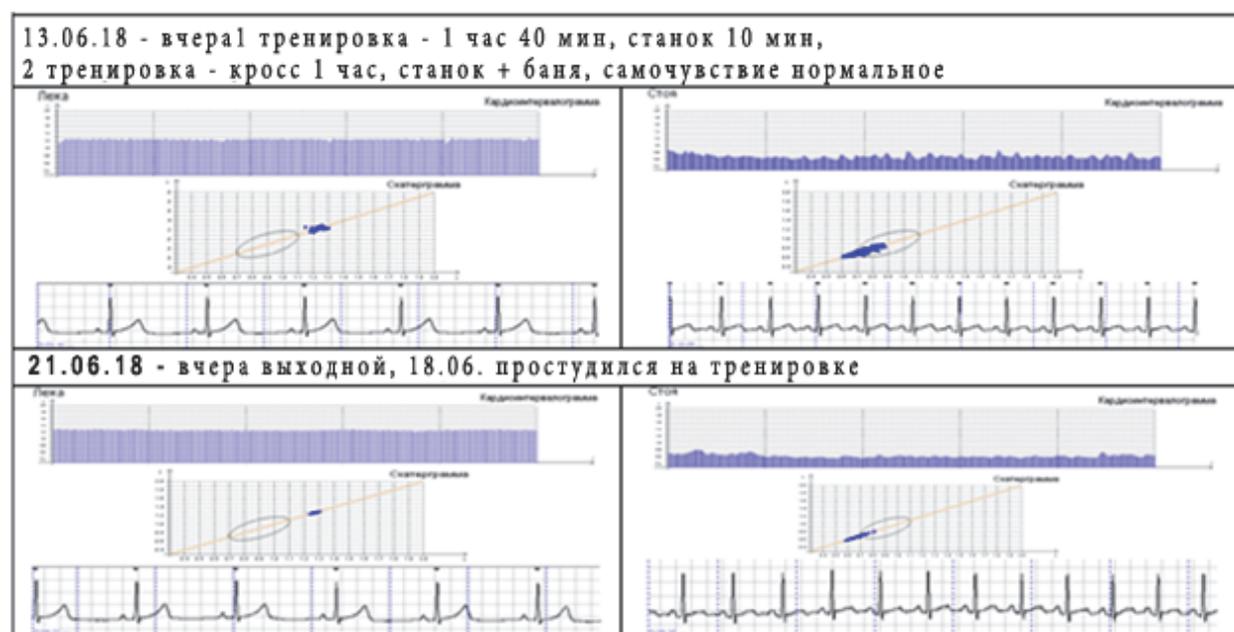
Следующий пример показывает, что у третьего биатлониста Ст. при анализе ВСР от подготовительного к предсоревновательному периоду отмечается неустойчивость в показателях вариационного разброса кардиоинтервалов (MxDMn) в покое, что свидетельствует о переходе кардиорегуляции с одного уровня на другой (см. табл. 11). При ортостазе во всех исследованиях ВСР отмечаются парадоксальные реакции. Вместо снижения показателя ВСР

MxDMn, TP, LF, VLF, ULF существенно возрастают, кроме HF, а SI вместо увеличения уменьшается. В ортостазе эти нарушения показателей ВСР также визуально наблюдаются на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ, где отмечается выраженная активность парасимпатического канала (рис. 7). Все эти отклонения со стороны кардиорегуляторных систем говорят о перетренированности спортсмена. Он нуждается в восстановительной терапии.

**Результаты анализа ВСР с постоянно низкими значениями MxDMn в покое в разные дни исследований и парадоксальными реакциями на ортостаз со стороны всех показателей ВСР у биатлониста В. в подготовительном периоде**  
**Results of HRV analysis with constantly low MxDMn values at rest on different days of research and paradoxical reactions to orthostasis from all HRV indicators in biathlete V. in the preparatory period**

Дата Date	ЧСС, уд./мин HR, bpm		MxDMn, мс/ms		SI, усл. ед./с. у.		TP, мс <sup>2</sup> /ms <sup>2</sup>		HF, мс <sup>2</sup> /ms <sup>2</sup>		LF, мс <sup>2</sup> /ms <sup>2</sup>		VLF, мс <sup>2</sup> /ms <sup>2</sup>		ULF, мс <sup>2</sup> /ms <sup>2</sup>	
	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing
13.06.18	48	86	64	258	1193	116	252	2782	125	365	72	1420	24	278	32	720
21.06.18	47	94	64	189	947	278	102	1181	34	122	13	519	17	261	38	279
15.07.18	47	78	61	294	1265	91	102	3223	46	214	20	2137	21	390	15	483
20.07.18	42	75	171	411	277	52	565	3469	47	394	66	1958	75	429	377	688
22.07.18	47	69	61	293	1133	79	113	3041	43	377	13	1382	22	532	35	750

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывающие на отклонения от нормы / highlighted HRV data at rest and orthostasis indicate deviations from the norm.



**Рис. 5. Кардиоинтервалограммы, скаттерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе при постоянно низких значениях MxDMn у биатлониста В.**  
**Fig. 5. Cardiac intervals data, HRV and ECG scattergrams at rest and orthostasis with constantly low MxDMn values in biathlete V.**

Таким образом, согласно результатам анализа ВСР в покое и ортостазе показано, что неадекватность работы организма четко отражается на работе синусового узла и колебаниях диапазона значений MxDMn.

При подведении итогов анамнеза у биатлонистов перед проведением исследований ВСР выявлено, что среди причин неустойчивой регуляции и низких спортивных результатов в первую очередь – отсутствие инди-

видуального подхода при построении тренировочных занятий у спортсменов с разным состоянием вегетативной регуляции, нарушение спортсменами режима (поздно ложатся спать), осуществление тренировок в предболезненном и в болезненном состояниях, ранний выход на тренировки после болезни, плохие условия проживания на сборах, большое количество принимаемых стартов (от 22 до 54) в соревновательный период. Нами установле-

но, что именно в подготовительном периоде большинство биатлонистов жалуются на боли в горле, боли в мышцах, усталость, плохой сон. Как правило, тренеры не интересуются этими состояниями спортсменов и продолжают форсировать тренировочные нагрузки, что ведет к чрезвычайно высоким требованиям к кардиорегуляторным системам. Также выявлено, что в тренировочном процессе не всегда правильно применяется сочетание и последовательность выполнения упражнений специ-

фической и неспецифической направленности, особенно в подготовительном периоде. Часто нагрузки неспецифического характера преобладают над специфическими, что, согласно результатам анализа ВСР, неблагоприятно отражается на состоянии кардиорегуляторных систем биатлонистов (табл. 12).

Данный пример согласно показателям ВСР показывает, что у трех биатлонистов после неспецифической нагрузки на следующий день утром в покое нет полноценного

Таблица 10  
Table 10

Результаты анализа ВСР у биатлониста С. в покое и ортостазе  
с большими значениями вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)  
в подготовительном периоде  
Results of HRV analysis in biathlete S. at rest and orthostasis with high MxDMn  
values in the preparatory period

Дата Date	ЧСС, уд. / мин HR, bpm		MxDMn, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing
14.06.18	53	84	626	208	10	185	10189	1560	4827	83	1808	593	353	608	3202	276
21.06.18	46	104	626	158	10	377	12295	1160	6939	43	3110	535	1954	428	292	154
10.07.18	48	86	702	241	9	110	16992	2736	6538	35	4513	837	912	592	5029	1272
15.07.18	44	111	839	138	7	825	18182	1095	5768	6	3531	95	1968	383	6914	612
20.07.18	43	71	745	220	5	114	23632	2991	8973	47	3694	1598	2402	567	8563	780

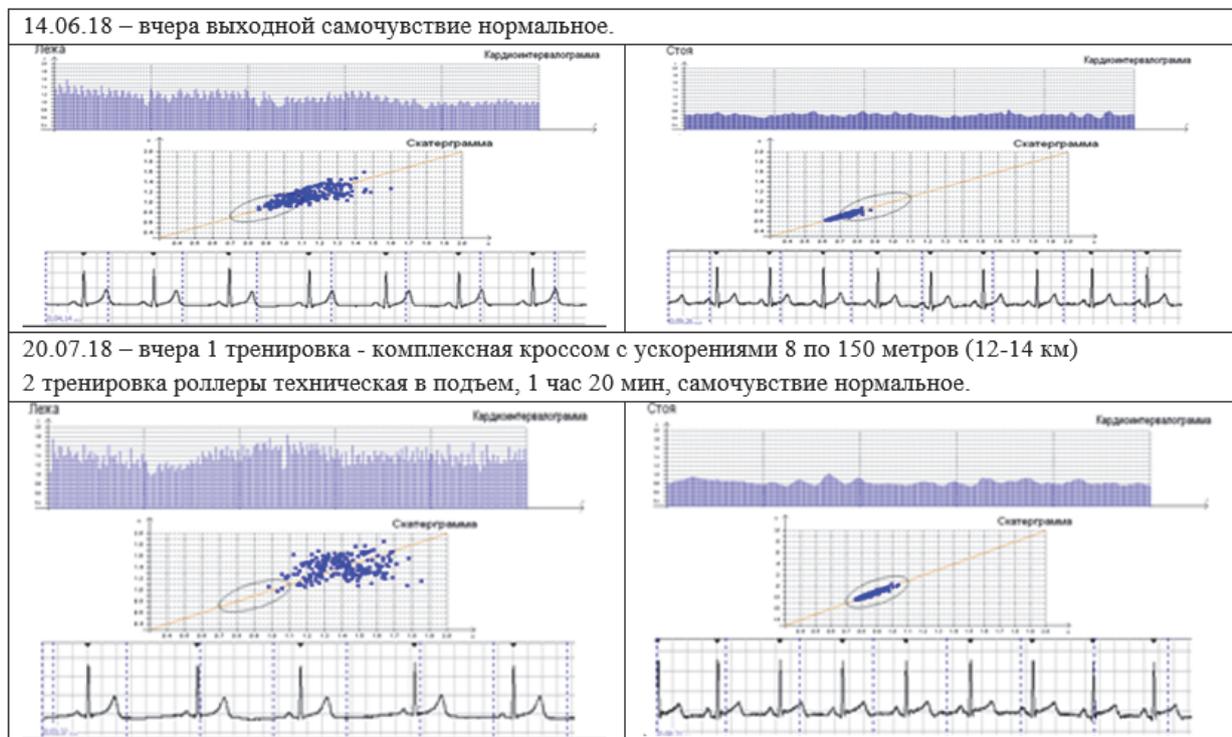


Рис. 6. Кардиоритмограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе  
у биатлониста С. при больших значениях MxDMn в подготовительном периоде  
Fig. 6. Cardiac intervals data, HRV and ECG scattergrams  
at rest and orthostasis in biathlete S. with high MxDMn values in the preparatory period

## Физиология

восстановления, которое характеризуется выраженным преобладанием центрального контура регуляции, низкими показателями диапазона значений MxDMn и показателями волновой структуры спектра ВСР (HF, LF, VLF, ULF), высоким SI в покое. В ортостазе у всех выявлены парадоксальные реакции, когда вместо уменьшения все показатели ВСР, кроме SI, увеличиваются. Этим биатлонистам необходим отдых для оптимальной нормализации вегетативного баланса и реактивности организма. Важно подчеркнуть, что дальнейшее нарастание процессов дизадаптации у этих спортсменов в ответ на чрезмерные

нагрузки может привести к перетренированности.

Поэтому важно определять состояние регуляции спортсменов по результатам анализа ВСР с учетом диапазона значений MxDMn перед выходом на каждую тренировку или соревнование. Только в этом случае тренер может своевременно определить резервные возможности организма и состояние спортсмена и вовремя дать отдых, скорректировать тренировочную нагрузку, а также спрогнозировать спортивный успех (результат).

Таким образом, грамотное применение анализа ВСР в покое и ортостазе с учетом

Таблица 11  
Table 11

**Результаты анализа ВСР у биатлониста Ст. в покое и ортостазе при изменениях диапазонов значения MxDMn с одного уровня на другой в покое и парадоксальными реакциями на ортостаз в подготовительном и предсоревновательном периодах**  
**HRV analysis in biathlete St. at rest and orthostasis with changes in MxDMn values from one level to another at rest and paradoxical reactions to orthostasis in the preparatory and pre-competitive periods**

Дата Date	ЧСС, уд. / мин HR, bpm		MxDMn, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing
21.06.19	48	67	559	574	18	21	16786	17257	12149	2188	3612	12228	542	2245	483	597
06.08.19	41	57	341	697	33	11	10025	20878	5368	2757	3301	14591	1047	3015	310	516
16.08.19	41	61	585	624	19	16	11948	15310	7713	1510	2223	10890	1154	2012	858	898
12.09.19	43	67	341	461	36	28	7116	9513	5628	1828	676	5468	547	1637	265	581
13.09.19	45	63	379	534	24	19	6255	15685	4944	2703	789	9731	322	2001	201	1251

■ – выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе, указывающие на отклонения от нормы / highlighted HRV data at rest and orthostasis indicate deviations from the norm.

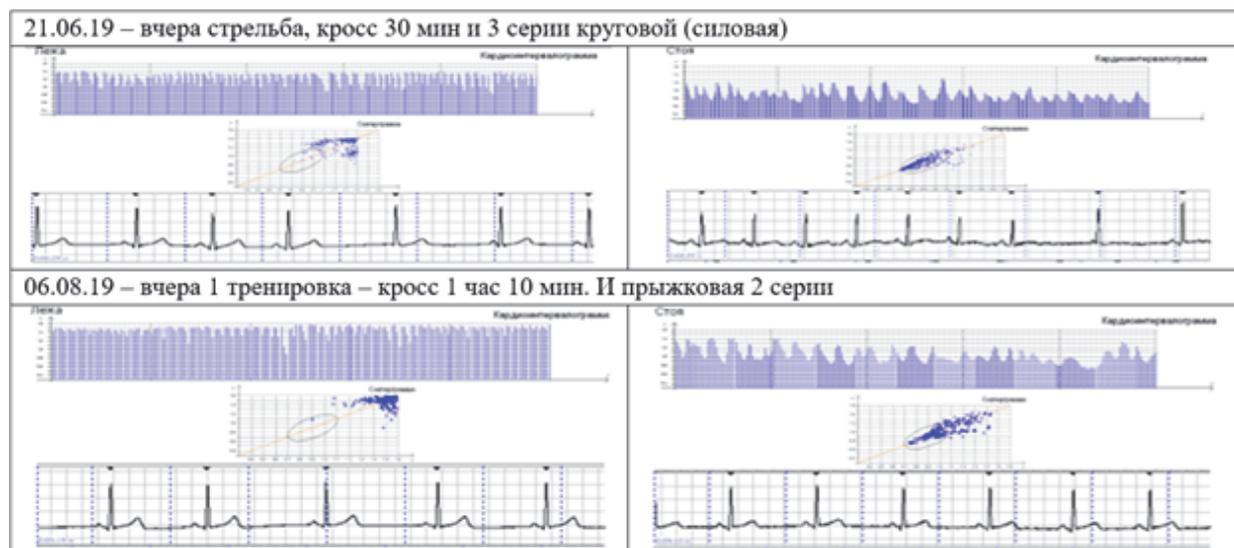


Рис. 7. Кардиоритмограммы, скаттерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе у биатлониста Ст. с изменением диапазона значения MxDMn в подготовительном периоде

Fig. 7. Cardiac intervals data, HRV and ECG scattergrams at rest and orthostasis in biathlete St. with a change in the range of MxDMn values in the preparatory period

Таблица 12  
Table 12

Показатели ВСП в покое и ортостазе у трех биатлонистов в подготовительном периоде после предыдущего тренировочного дня при выполнении неспецифической нагрузки (хоккей 2 часа)  
HRV at rest and orthostasis in three biathletes in the preparatory period after the previous training day when performing a nonspecific load (hockey for 2 hours)

№	ЧСС, уд. / мин HR, bpm		MxDMn, мс / ms		SI, усл. ед. / с. у.		TP, мс2 / ms2		HF, мс2 / ms2		LF, мс2 / ms2		VLF, мс2 / ms2		ULF, мс2 / ms2	
	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing	Лежа Lying position	Стоя Standing
1	76	89	175	218	261	447	948	1459	416	110	298	845	137	304	97	200
2	63	77	159	224	174	148	1035	1819	530	215	342	1080	60	284	213	241
3	75	94	136	164	255	307	766	983	621	207	37	559	53	172	55	45

■ – выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе, указывающие на отклонения от нормы / highlighted HRV data at rest and orthostasis indicate deviations from the norm.

нормативов и диапазонов значений MxDMn ВСП в тренировочном процессе имеет своей целью получение важной информации о стабильности вегетативного баланса, вегетативной реактивности и резервах организма, обеспечивающих оптимальные процессы адаптации и восстановления.

**Заключение.** На основании динамических исследований ВСП у биатлонистов разработаны нормативы показателей ВСП при разных диапазонах значений MxDMn с учетом преобладания HF-, LF-волн в покое и качества реакций на ортостаз, которые важны для более точной оценки индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции, ее реактивности, своевременного выявления дисрегуляторных проявлений, уровня восстановления и нарушения работы синусового узла.

При составлении нормативов показателей ВСП установлено, что при одинаковых диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) у биатлонистов встречается разный уровень преобладания дыхательных (HF) и вазомоторных (LF) волн в покое, что свидетельствует о разном состоянии вегетативного баланса. Появление парадоксальных реакций на ортостаз при одинаковых значениях MxDMn ВСП указывает на разную вегетативную реактивность организма и адапционно-резервные возможности этих спортсменов. Такие состояния регуляции требуют коррекции тренировочных нагрузок.

Показано, что очень малые (< 150 мс, 151–250 мс) и большие (> 651 мс) диапазоны значений MxDMn ВСП в покое и неблагоприятные реакции на ортостаз отражают выра-

женное преобладание центрального или автономного контуров регуляции и чаще связаны с перетренированностью, отклонениями в состоянии здоровья, нарушениями сна и спортивного режима и в основном встречаются в подготовительном и соревновательном периодах.

Неадекватность работы организма спортсменов отражается на характере изменений диапазона значений MxDMn ВСП, вегетативном балансе и качестве реакций на ортостаз перед очередной тренировкой. Выявлены значительные индивидуальные колебания диапазонов значений MxDMn в покое у биатлонистов в сторону резкого уменьшения или увеличения на протяжении всех периодов тренировочного процесса. По характеру изменений значения MxDMn ВСП с одного диапазона на другой можно судить о работе синусового узла, работа которого является отражением состояния регуляторных систем и организма в целом в ответ на тренировочную и соревновательную деятельность биатлонистов. Отсутствие четкого представления о границах оптимального диапазона значений MxDMn и игнорирование этого показателя при анализе ВСП у биатлонистов в тренировочном процессе не могут дать истинной информации о состоянии типа регуляции и состоянии работы синусового узла.

Показано, что при резких колебаниях диапазона значений MxDMn ВСП с одного уровня на другой важен визуальный контроль за кардиоинтервалограммой, скатертограммой ВСП и ЭКГ в покое и ортостатическом тестировании. Установлено, что постоянная неустойчивость в состоянии вегетативного балан-

са в покое и реактивности организма на ортостаз отражаются на спортивных результатах.

Таким образом, в работе показана целесообразность ежедневного учета диапазонов значения  $MxDMn$  ВСР для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции в тренировочном процессе биатлонистов.

### Литература

1. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клещкин. – М.: Наука, 1984. – 221 с.

2. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: моногр. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.

3. Лебедев, Е.С. Управление тренировочным процессом и прогнозирование спортивных результатов у биатлонисток по данным анализа variability сердечного ритма / Е.С. Лебедев, Н.И. Шлык // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI Всерос. симп., 2016. – С. 163–166.

4. Михайлов, В.М. Variability ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму): моногр. / В.М. Михайлов. – Иваново, 2017. – 516 с.

5. Рябыкина, Г.В. Variability ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: Оверлей, 2001. – 200 с.

6. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: моногр. / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.

7. Шлык, Н.И. Анализ variability сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н.И. Шлык // Variability сердечного ритма: теоретич. аспекты и практич. применение: материалы V Всерос. симп. с междунар. участием, 26–28 окт. 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 348–396.

8. Шлык, Н.И. Анализ variability сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта / Н.И. Шлык, Е.А. Гаврилова // Лечебная физ. культура и спортив. медицина. – 2016. – № 1 (133). – С. 17–23.

9. Шлык, Н.И. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам ежедневных исследований variability сердечного ритма / Н.И. Шлык, Е.С. Лебедев, О.С. Вершинина // Наука и спорт. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 92–105.

10. Шлык, Н.И. Variability сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значений  $MxDMn$  у лыжниц-гонщиц в тренировочном процессе / Н.И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 83–96.

**Шлык Наталья Ивановна**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой валеологии и медико-биологических основ физической культуры, Удмуртский государственный университет. 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корпус 5. E-mail: medbio@uni.udm.ru, ORCID: 0000-0002-3165-9065.

*Поступила в редакцию 14 октября 2020 г.*

## HEART RATE VARIABILITY STANDARDS AT REST AND ORTHOSTASIS AT DIFFERENT MxDMn VALUES AND THEIR CHANGE IN BIATHLETES DURING THE TRAINING PROCESS

N.I. Shlyk, [medbio@uni.udm.ru](mailto:medbio@uni.udm.ru), ORCID: 0000-0002-3165-9065

Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

**Aim.** The paper aims to elaborate standards for HRV at rest and orthostasis based on the results of an individual dynamic express study of heart rate variability (HRV) in biathletes, taking into account high variability within HRV ranges (MxDMn). The paper also aims to identify the features of their change in the training process in case of disturbance of regulatory systems and sinus node, recovery processes, overtraining and performance reduction. **Materials and methods.** Dynamic studies of HRV at rest and orthostasis were carried out in 90 biathletes ages 17–22 (1<sup>st</sup> adult category, Candidate for Master of Sport, Master of Sport) in different periods of the training process. HRV studies were carried out in the laboratory of the biathlon school (Sports Training Centre for the Udmurt Republic Representative Team, Izhevsk) in the morning in the recovery period after the previous training day before the first training. The studies were conducted using the Varicard 2.51 equipment and the Varicard MP program (Ryazan). **Results.** In individual analysis of HRV data at rest in biathletes, great importance was attached to the variation range of cardiac intervals (MxDMn), which reflects the state of regulatory systems and the sinus node. As a result of 2170 HRV studies in biathletes, seven ranges of MxDMn values were determined: < 150, 151–250, 251–350, 351–450, 451–550, 551–650 and > 650 ms. Based on these ranges, HRV standards at rest and orthostasis were elaborated for different cardiac regulation. **Conclusion.** According to the research results, HRV standards at rest and orthostasis were elaborated for MxDMn values characteristic of the predominant type of autonomic heart rate regulation. New scientific data were obtained on HRV standards in biathletes, which are important for the training process and can be a reference for physiologists, coaches and other researchers.

**Keywords:** biathletes, training process, HRV standards, rest, orthostasis, dysregulation, sports results.

### References

1. Bayevskiy R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical Analysis of Changes in Heart Rate during Stress]. Moscow, Science Publ., 1984. 221 p.
2. Gavrilova E.A. *Ritmokardiografiya v sporte: monografiya* [Rhythmocardiography in Sports]. St. Petersburg, 2014. 164 p.
3. Lebedev E.S., Shlyk N.I. [Management of the Training Process and Prediction of Sports Results in Biathletes According to the Analysis of Heart Rate Variability]. *Materialy VI vserossiyskogo simpoziuma* [Materials of the VI All-Russian Symposium], 2016, pp. 163–166. (in Russ.)
4. Mikhaylov V.M. *Variabel'nost' ritma serdtsa (novyy vzglyad na staruyu paradigmu): monografiya* [Heart Rate Variability (A New Look at the Old Paradigm)]. Ivanovo, 2017. 516 p.
5. Ryabykina G.V., Sobolev A.V. *Variabel'nost' ritma serdtsa* [Heart Rate Variability]. Moscow, Overley Publ., 2001. 200 p.
6. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov: monografiya* [Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009. 259 p.
7. Shlyk N.I. [Analysis of Heart Rate Variability during Orthostatic Test in Athletes with Different Predominant Types of Autonomic Regulation in the Training Process]. *Materialy V Vserossiyskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiyem* [Materials of the V All-Russian Symposium with International Participation], 2011, pp. 348–396. (in Russ.)

8. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. [Analysis of Heart Rate Variability in the Control of the Training and Competitive Activity of Athletes on the Example of Ski Sports]. *Lechebnaya fizicheskaya kul'tura i sportivnaya meditsina* [Physical Therapy and Sports Medicine], 2016, no. 1 (133), pp. 17–23. (in Russ.)

9. Shlyk N.I., Lebedev E.S., Vershinina O.S. [Assessment of the Quality of the Training Process in Skiers-Racers and Biathletes Based on the Results of Daily Studies of Heart Rate Variability]. *Nauka i sport* [Science and Sport], 2019, vol. 7, no. 2, pp. 92–105. (in Russ.)

10. Shlyk N.I. [Heart Rate Variability at Rest and Orthostasis at Different Ranges of MxDMn Values in Female Racers in the Training Process]. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii* [Science and Sport. Modern Trends], 2020, vol. 8, no. 1, pp. 83–96. (in Russ.)

*Received 14 October 2020*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Шлык, Н.И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменение у биатлонистов в тренировочном процессе / Н.И. Шлык // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 5–24. DOI: 10.14529/hsm200401

### FOR CITATION

Shlyk N.I. Heart Rate Variability Standards at Rest and Orthostasis at Different MxDMn Values and Their Change in Biathletes during the Training Process. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 5–24. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200401