

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ И БИАТЛОНИСТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЕЖЕДНЕВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Н.И. Шлык¹, Е.С. Лебедев², О.С. Вершинина²

¹ Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

² Центр спортивной подготовки сборных команд Удмуртской Республики, Ижевск, Россия

Для связи с авторами: Email: medbio@uni.udm.ru

Аннотация

Цель исследования – показать, что по результатам ежедневного экспресс-анализа вариабельности сердечного ритма с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции можно с успехом оценивать качество и нарушения тренировочного процесса, своевременно определять появление ранних признаков перетренированности и прогнозировать спортивные результаты у лыжников-гонщиков и биатлонистов.

Методы и организация исследования. Под наблюдением находилось 54 лыжника-гонщика и 40 биатлонистов 15-24 лет (квалификация от I взрослого разряда до МС) сборных команд Удмуртской Республики на протяжении всех периодов тренировочного процесса. Основным методическим подходом в оценке качества тренировочного процесса был ежедневный экспресс-анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в покое и ортостазе с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции и вегетативной реактивности. Экспресс-анализ ВСР проводился у каждого спортсмена ежедневно перед очередной тренировкой с помощью аппарата «Варикард 2.51» и программы «Варикард МП» в положениях лежа 5 минут и стоя 6 минут. Использование программы «Варикард МП» позволяло регистрировать ВСР одновременно у четырех спортсменов. За 30 минут исследовалась вся команда, что позволяло тренеру иметь полную информацию о функциональной подготовленности, адаптационно-резервных возможностях и восстановительных процессах каждого спортсмена и вовремя вносить коррективы в тренировочный план. Всего проведено более 2500 исследований ВСР.

Результаты исследования и их обсуждение. При индивидуальном анализе результатов вариабельности сердечного ритма выявлены серьезные нарушения в тренировочном процессе лыжников-гонщиков и биатлонистов. Установлено, что одинаковые тренировочные нагрузки без учета индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем приводят к перетренированности в первую очередь у лыжников-гонщиков и биатлонистов с низкими резервными возможностями. Показано, что при одинаковой частоте сердечных сокращений (ЧСС) имеется разное состояние регуляторных систем. Выявлено, что перетренированность связана с перенастройкой регуляторных систем, в результате которой формируется устойчивый патологический портрет кардиорегуляторных систем. При отсутствии коррекции тренировочных нагрузок у спортсменов перенос одинакового тренировочного режима с равнины в среднегорье приводит к нарушению адаптационно-регуляторных систем уже в первом и последующих микроциклах сборов. Показано, что при переходе спортсменов от одного тренера к другому не учитываются объемы и интенсивность выполнения предыдущих нагрузок, что приводит к вегетативному дисбалансу и снижению резервных возможностей организма уже в подготовительном периоде и впоследствии – к перетренированности и снижению спортивных результатов. Установлено, что осуществление тренировочного процесса при отклонениях в состоянии здоровья ведет к мобилизации дополнительных резервов организма, из-за чего усиливаются дизрегуляторные проявления. Выявлено, что избыточность двух тренировочных нагрузок в сочетании с сауной отрицательно сказывается на восстановительных процессах юных спортсменов. Определена тесная связь между состоянием кардиорегуляторных систем и успешностью выступлений на соревнованиях.

Заключение. Установлено, что отсутствие у тренеров четких знаний об индивидуальных границах регуляторно-резервных возможностей организма у лыжников-гонщиков и биатлонистов перед каждой тренировкой, планирование одинаковых тренировочных нагрузок и контроль за их переносимостью только по ЧСС, без ежедневного экспресс-анализа ВСР, а также неправильно подобранные дни отдыха приводят к перетренированности в первую очередь кардиорегуляторных систем.

Ключевые слова: тренировочный процесс, лыжники-гонщики, биатлонисты, вегетативная регуляция, вариабельность сердечного ритма, типологические особенности, перетренированность, нарушение сердечного ритма.

ASSESSMENT OF TRAINING PROCESS QUALITY OF CROSS-COUNTRY SKIERS AND BIATHLETES BY THE RESULTS OF THE DAILY RESEARCHES OF HEART RATE VARIABILITYN.I. Shlyk¹, E.S. Lebedev², O.S. Vershinina²¹Udmurt State University, Izhevsk, Russia²Sport Training Centre for national teams of the Udmurt Republic, Izhevsk, Russia**Abstract**

The purpose of the study is to show that the results of daily express analysis of heart rate variability, taking into account the individual type of vegetative regulation, can be used for successful assessment of the quality and disorders of training process, relevant identification of early signs of overtraining and the ability to predict sport outcomes of cross-country skiers and biathletes.

Research methods and organization. 54 cross-country skiers and 40 biathletes aged 15 to 24 (with qualifications from I senior rank to Master of Sport) – members of national teams of the Udmurt Republic were observed during the whole series of training process. The core methodic approach to assessment of training process quality was daily held express-analysis of heart rate variability (HRV) at rest and during orthostasis considering individual type of vegetative reactivity. Express analysis of HRV was carried out for every athlete every day before upcoming training using «Varicard 2.51» and «Varicard MP» devices in 5 m lying and 6 m standing positions. Using «Varicard MP» program enabled registration of HRV of four athletes at the same time. It took 30 minutes to observe the entire team, which allowed the coach to have complete information about functional fitness, adaptive-reserve capabilities and rehabilitation processes of each athlete and to make adjustments to the training plan on time. Over 2500 HRV researches were carried out.

Research results and discussion. Individual analysis of outcomes of heart rhythm variability revealed serious irregularities in training process of cross-country skiers and biathletes. It was identified that identical training loads without taking into account the individual-typological features of regulatory systems lead to overtraining, first of all, for cross-country skiers and biathletes with low reserve capabilities. It has been demonstrated that there is a varying state of regulatory systems along with equal heart rate variability (HRV). It has been revealed that overtraining is associated with reconfiguration of regulatory systems, which can result in stable pathological portrait of cardio regulatory systems. Athletes who have the lack of correction of training loads can experience disorders of adaptive-regulatory systems in the first and following micro cycles of training periods when being transferred from plains to midlands. It has been demonstrated that volumes and intensity of previous loads are not considered when an athlete moves from one coach to another, and it results in vegetative imbalance and decreasing reserve capacities of body in the preparatory period and to overtraining and decreasing sport performance afterwards. It has been determined that training process along with health disorders results in mobilization of additional body reserves, and it can enhance disregulatory manifestations. It has been revealed that abundance of two training loads in combination with sauna adversely affect recovery processes of young athletes. The close link between the state of cardio regulatory systems and successful performance at competitions is clearly defined.

Conclusion. It was found that coaches lacking clear knowledge of the individual boundaries of the body's regulatory and reserve capabilities of cross-country skiers and biathletes before each workout, planning the same training loads and monitoring their tolerance only by heart rate without daily HRV rapid analysis, and unscheduled rest days lead to overtraining of the cardio regulatory systems.

Keywords: training process, cross-country skiers, biathletes, vegetative regulation, heart rate variability, typological features, overtraining, heart rhythm disturbances.

ВВЕДЕНИЕ

Грамотно построенный тренировочный процесс с учетом индивидуальных особенностей вегетативной регуляции ведет к совершенствованию адаптационно-резервных возможностей, и в первую очередь сердечно-сосудистой системы. Формирование оптимальной адаптации напрямую зависит от индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем и вегетативной реактивности организма спортсмена.[4] Наиболее полную информацию о состоянии вегетативной регуляции можно полу-

чить с помощью ежедневных динамических экспресс-исследований ВСР. [4,5,6,8]

Для спортивной практики важно вовремя оценить индивидуальные границы регуляторно-резервных возможностей, за пределами которых происходят дисрегуляторные проявления, ведущие к перетренированности.

Было установлено, что каждый преобладающий тип вегетативной регуляции (умеренное или выраженное преобладание автономного или центрального контуров регуляции) имеет свой диапазон адаптационно-резервных возможностей организма.[4,5,6,7,8] Самым глав-

ным здесь является то, что для спортсменов с различными индивидуальными типами вегетативной регуляции недопустимы одинаковые тренировочные нагрузки, которые могут вызывать количественно и качественно разные адаптивные реакции и разную длительность восстановительных процессов.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе результатов ВСП важное значение имеют учет индивидуального типа вегетативной регуляции и характер тренировочных нагрузок, выполняемых после предыдущего дня, а также жалобы спортсменов на плохой сон и различные отклонения в состоянии здоровья. Такой подход позволяет иметь четкое представление об индивидуальных границах регуляторно-резервных возможностей, уровне восстановления организма и появлении первых признаков перетренированности. Преобладающий тип вегетативной регуляции определялся по классификации, предложенной Шлык Н.И. [4], согласно которой умеренному преобладанию центральной регуляции (I тип) соответствуют диапазоны ВСП, когда значения $SI > 100$ усл. ед., $VLF > 240$ мс²; выраженному преобладанию центральной регуляции (II тип) – $SI > 100$ усл. ед., $VLF < 240$ мс²; умеренному преобладанию автономной регуляции (III тип) – SI от 30 до 100 усл. ед., $VLF > 240$ мс²; выраженному преобладанию автономной регуляции (IV тип) – SI от 10 до 30 усл. ед., $VLF > 240$ мс², $TP > 8000$ мс². Если при анализе ВСП резко снижаются границы значений $SI < 10$ усл. ед. и резко возрастают показатели $TP > 16000-20000$ мс², то они указывают на изменения в работе синусового узла, которые регистрируются в виде разных нарушений сердечного ритма на кардиоинтервалограмме, скатерграмме ВСП и одновременной регистра-

ции ЭКГ. При этом учет остальных временных и спектральных показателей ВСП строго обязателен. К благоприятным типам относятся типы с умеренным преобладанием автономного (III тип) или центрального (I тип) контуров регуляции. Важно учитывать, что выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) может быть как физиологическим у спортсменов высокого класса, так и патологическим при перетренированности и донозологических состояниях. В последнем случае в покое резко увеличены все показатели ВСП, кроме SI , и имеются изменения на кардиоинтервалограмме, скатерграмме и ЭКГ. Проведение ортостатического тестирования является обязательным, так как позволяет более детально определять уровень вегетативной реактивности и резервных возможностей организма. Гипер-, гипо- и парадоксальные реакции на ортостаз указывают на снижение адапционно-резервных возможностей в результате перетренированности или отклонений в состоянии здоровья.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно полученным результатам экспресс-анализа ВСП в каждом периоде тренировочного процесса было установлено, как правило, отсутствие индивидуального подхода к планированию тренировочных нагрузок как у лыжников-гонщиков, так и у биатлонистов. Тренеры оценивают уровень восстановительных процессов и степень функциональной готовности спортсменов к тренировочным нагрузкам в основном по частоте сердечных сокращений (ЧСС) без учета индивидуального состояния адапционно-резервных возможностей организма, то есть без анализа ВСП. В таблице 1 представлены результаты анализа ВСП в покое и ортостазе у двух биат-

Таблица 1 – Различия в показателях ВСП в покое и ортостазе у двух биатлонистов при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)
Table 1 – Differences in HRV indicators of two biathletes with identical heart rhythm (51 b/min) at rest and at orthostasis

№	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл. ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
1	51	67	173	200	161	138	900	1045	411	93	261	490	192	281	36	182
2	51	61	600	318	14	45	22040	3616	7092	1814	6541	1028	3241	441	5165	332

■ - выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted indicators of HRV at rest and at orthostasis point at the deviations

лонистов с одинаковой ЧСС (51 уд/мин), но разным уровнем вегетативного баланса и вегетативной реактивности организма. Согласно показателям ВСП, у первого спортсмена выражено преобладают центральные структуры регуляции. Это видно по малым значениям показателей ВСП в покое (MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF), большому SI и парадоксальным реакциям на ортостаз (увеличение значений MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF вместо снижения, уменьшение SI вместо увеличения). У второго спортсмена при такой же ЧСС наблюдается, наоборот, выраженное преобладание автономного контура регуляции и большие значения всех показателей ВСП в покое (патологический тип регуляции), кроме SI (IV патологический тип регуляции). При визуальной оценке кардиоритмограмм, скатерграмм ВСП и ЭКГ в покое у первого спортсмена на кардиоритмограмме отсутствует варибельность, на скатерграмме имеется локальное скопление точек, а на ЭКГ виден жёсткий ритм сердца и отсутствие зубца Р. Варибельность – один из важных механизмов приспособления. Отсутствие ВСП у этого спортсмена указывает на ухудшение адапционно-резервных возможностей организма. У второго спортсмена на кардиоритмограмме, скатерграмме и ЭКГ видны нарушения сердечного ритма, которые особенно выражены на второй, третьей и пятой минутах записи кардиоинтервалограммы (рисунок 1). Таким образом, у обоих биатлонистов при

одинаковой ЧСС отмечается в разной степени нарушение регуляции в покое и ортостазе в результате выраженного утомления.

Нами установлено, что отсутствие динамического контроля за индивидуальным уровнем вегетативного баланса и вегетативной реактивностью при двух тренировках в день не дает возможности своевременно определять появление первых признаков переутомления и перетренированности.

На рисунке 2 представлены результаты динамического анализа ВСП в покое и ортостазе у лыжника-гонщика в подготовительном периоде, согласно которым на 8-м дне сборов отмечается нарастающее снижение показателей ВСП MxDMn, TP, HF, LF, VLF и резкое увеличение SI в покое, а также появление выраженных парадоксальных реакций на ортостаз (когда увеличиваются показатели ВСП MxDMn, TP, HF, LF вместо снижения и уменьшается SI вместо увеличения). Эта отрицательная динамика в показателях ВСП в покое и ортостазе говорит о том, что большая часть сборов для спортсмена была чрезвычайно нагрузочной, что привело к появлению выраженной дисрегуляции и снижению резервных возможностей в результате перетренированности. С появлением первых признаков вегетативного дисбаланса и парадоксальных реакций на ортостаз необходимо было снять спортсмена с тренировочного процесса и отправить на восстановительную терапию с последующей коррекцией нагрузок.

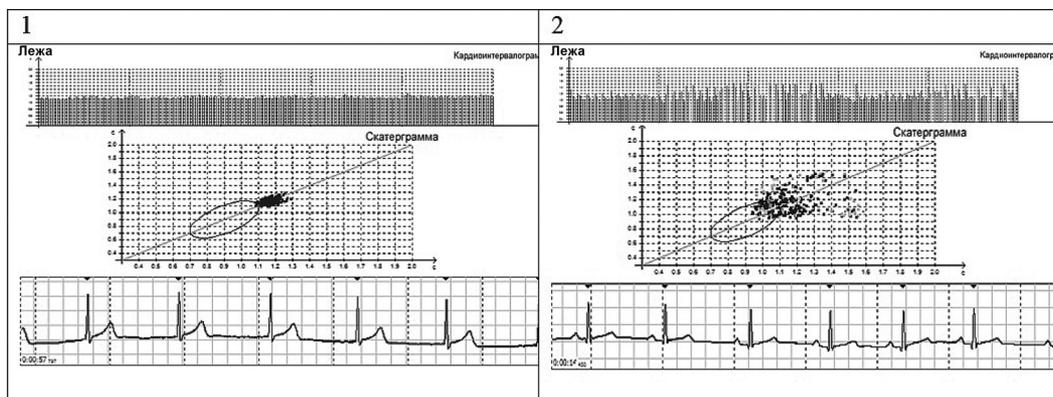


Рисунок 1 – Кардиоритмограммы, скатерграммы и ЭКГ у двух биатлонистов утром перед тренировкой при одинаковой ЧСС (51 уд/мин)

Figure 1 – Cardiorhythmograms, scattergrams and ECG of two biathletes with identical heart rhythm (51 b/min) in the morning before training

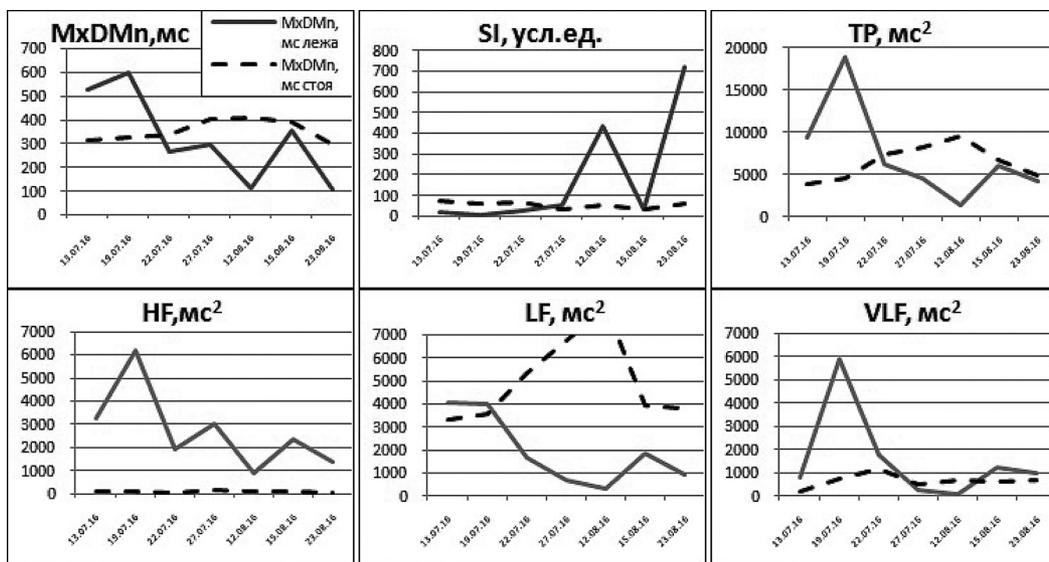


Рисунок 2 – Изменение показателей ВСР в покое и ортостазе у лыжника-гонщика (МС) при нарастании перетренированности на сборах в подготовительном периоде

Figure 2 – Alterations of HRV indicators of a cross-country skier (MS) at rest and during orthostasis during growing overtraining in a preparatory period

В таблице 2 представлены результаты оценки уровня восстановительных процессов по данным анализа ВСР утром в покое и ортостазе после одинакового тренировочного дня у семи лыжниц-гонщиц в предсоревновательном периоде, которые показали существенные межиндивидуальные различия в состоянии регуляторных систем.

Выполняемые нагрузки в предыдущий день:

1-я тренировка – роллеры классическим стилем: разминка 6 км, ускорения 4x2 мин 10 км, заминка 6 км, пробежка и растяжка.

2-я тренировка – силовая нагрузка 1,5 час.

Согласно показателям ВСР, только две лыжницы под номерами 1 и 4 легче перенесли

двухразовые тренировочные нагрузки. В то время как для спортсменок под номерами 2, 3, 5, 6 и 7 нагрузки были избыточными. У лыжниц под номерами 2 и 6 отмечалось выраженное преобладание центрального контура регуляции (очень малые значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF и высокий SI), особенно у спортсменки под номером 2. Очень малые значения MxDMn у этой лыжницы говорят об отсутствии вариабельности в результате выраженного утомления. Для спортсменок под номерами 3 и 7, наоборот, характерно существенное преобладание автономного контура регуляции (большие значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и очень малый SI) и на-

Таблица 2 – Показатели ВСР у лыжниц-гонщиц утром после одинакового предыдущего тренировочного дня в предсоревновательном периоде

Table 2 – HRV indicators of female cross-country skiers in the morning after identical previous day schedule in a pre-competition period

№	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
1	65	81	357	248	28	127	5554	2075	3689	377	629	789	443	702	793	206
2	56	74	56	171	1672	250	71	934	29	149	12	297	15	120	15	368
3	52	90	552	122	14	578	18066	509	2375	51	9115	212	2504	132	4071	114
4	59	69	347	177	40	178	4379	1322	2283	354	866	331	261	411	969	226
5	62	76	231	194	105	198	1910	1367	684	230	462	425	400	309	364	403
6	68	97	224	109	105	672	1902	492	120	28	326	309	171	95	385	61
7	59	71	642	335	14	48	10093	4719	3125	425	3007	1634	1448	1203	2513	1456

■ - выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted HRV indicators at rest and during orthostasis point at deviations

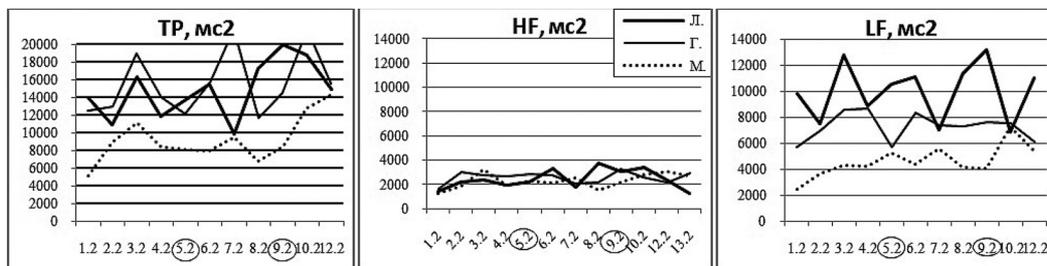
рушение сердечного ритма. Исходя из неблагоприятных результатов анализа ВСП, этим пяти спортсменкам требуется консультация кардиолога, восстановительная терапия и коррекция тренировочных нагрузок. Ни одна из этих спортсменок не показала значимых результатов на соревнованиях разного уровня.

Как известно, соревновательный период связан со значительным ростом физических, психических нагрузок и переездами спортсменов. На рисунке 3 представлены различия в состоянии регуляции у трёх биатлонистов в соревновательном периоде на двухнедельных отборочных сборах на чемпионат мира в декабре 2017 г. в Токсово Ленинградской области.

Первые десять дней этих сборов были посвящены подготовке к соревнованиям, а последние четыре дня – непосредственно соревнованиям. На этом рисунке чётко видны индивидуальные различия в динамике показателей ВСП TP, HF и LF у спортсменов, которые сохраняются на протяжении всех сборов. Установлено, что у всех трех биатлонистов ежедневно преобладают в разной степени ваготонные волны (LF мс²) над дыхательными (HF мс²) волнами, при этом индивидуальный уровень этих показателей имеет существенные различия. У биатлониста М. отмечается вегетативный баланс между показателями HF и LF, в то время как у двух других биатлонистов выражено преобладают показатели TP и LF, особенно у биатлониста Л., что указывает на выраженную активность надсегментарных структур регуляции и нерациональный

путь адаптации сердечно-сосудистой системы к одинаковым нагрузкам. Это говорит о том, что биатлонисты Л. и Г. в отличие от биатлониста М. приехали на отборочные соревнования с более низкими функциональными возможностями организма, поэтому одинаковый тренировочный и соревновательный режим они выполняли с большим усилием, что привело к перетренированности и, как следствие, к ухудшению спортивных результатов. Биатлонист М. имел более устойчивую регуляцию на протяжении сборов и поэтому показывал высокие результаты на соревнованиях. На этом примере четко прослеживается взаимосвязь индивидуального состояния вегетативной регуляции и спортивных результатов в соревновательном периоде.

Оптимальность ритма сердца вырабатывается механизмами управления на основе информации о состоянии самого организма и выполняемых физических нагрузках. [2,4,7] Поэтому обязательным условием для оценки ВСП является наличие синусового ритма. Если в ритме сердца присутствуют экстрасистолы или другие нарушения ритма, то речь идет об изменении работы основного водителя ритма – синусового узла. [2,5] В этом случае показатели ВСП не должны учитываться, так как они будут давать ложную информацию о состоянии регуляции (таблица 3, рисунок 4). Поэтому при анализе показателей ВСП важно одновременно визуально оценивать кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ, что дает полную картину истинного состояния кардиорегуляторных систем. У данного биатлониста на кардиоритмограммах, ска-



○ – дни отдыха

Рисунок 3 – Различия в показателях ВСП у биатлонистов Л., Г., М. при одинаковом тренировочном режиме в соревновательном периоде (февраль 2018)

Figure 3 – Differences in HRV indicators of biathletes L., G., M. with identical training schedule in a competition period (February 2018)

Таблица 3 – Показатели ВСП в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста утром перед очередной тренировкой**Table 3 – HRV indicators of an overtrained biathlete at rest and during orthostasis in the morning before another training**

HR, уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
56	79	82	444	1061	44	145	7969	47	587	28	5420	18	1108	52	853

■ - выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе указывают на нарушение работы синусового узла / highlighted HRV indicators at rest and at orthostasis point at sinus node dysfunction

терграммах ВСП и ЭКГ видны серьезные нарушения сердечного ритма. Этот спортсмен перетренирован, и ему требуется отстранение от тренировок и восстановительная терапия.

Нами установлено, что при переходе спортсмена от одного тренера к другому не учитываются характер, объём и интенсивность ранее выполняемого им тренировочного режима. Это, как правило, ведет к перетренированности и снижению спортивных результатов. На рисунке 5 представлен индивидуальный портрет показателей ВСП MxDMn, HF, LF у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса в течение трёх лет. В 2015 и 2016 гг. в юношеском возрасте биатлонист тренировался у одного тренера, в 2017 г. он перешел в группу юниоров к другому тренеру, который не имел четкого представления о диапазоне резервных возможностей спортсмена и начал резко увеличивать объёмы нагрузок силового характера в подготовительном периоде по сравнению с предыдущими годами.

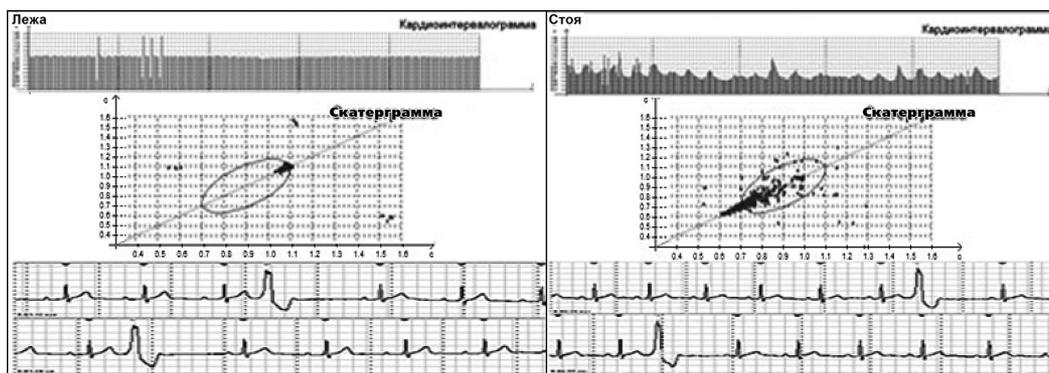
В результате у биатлониста резко возросли

показатели ВСП MxDMn, HF и особенно LF, которые указывают на чрезмерно выраженную активность звеньев надсегментарного уровня управления в подготовительном периоде по сравнению с таковой в предсоревновательном и соревновательном периодах.

В результате резкий переход регуляции с одного уровня на другой привел к усилению энергозатрат на поддержание вегетативного баланса, что способствовало ухудшению спортивных результатов по сравнению с предыдущим годом.

При оценке результатов анализа ВСП у лыжников-гонщиков и биатлонистов установлено, что тренеры, как правило, необоснованно переносят объём, интенсивность и количество тренировок, выполняемых на равнине, в новые условия внешней среды (среднегорье). При этом, как правило, не учитывается острый период адаптации каждого спортсмена к этим условиям среды.

На рисунке 6 показаны результаты анализа ВСП на сборах в горах у трёх лыжников-гонщиков с разными типами регуляции при выполнении одинакового тренировочного

**Рисунок 4 – Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСП и ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста С. утром до тренировки****Figure 4 – Cardiointervalograms, scattergrams of HRV and ECG of overtrained biathlete C. at rest and during orthostasis in the morning before training**

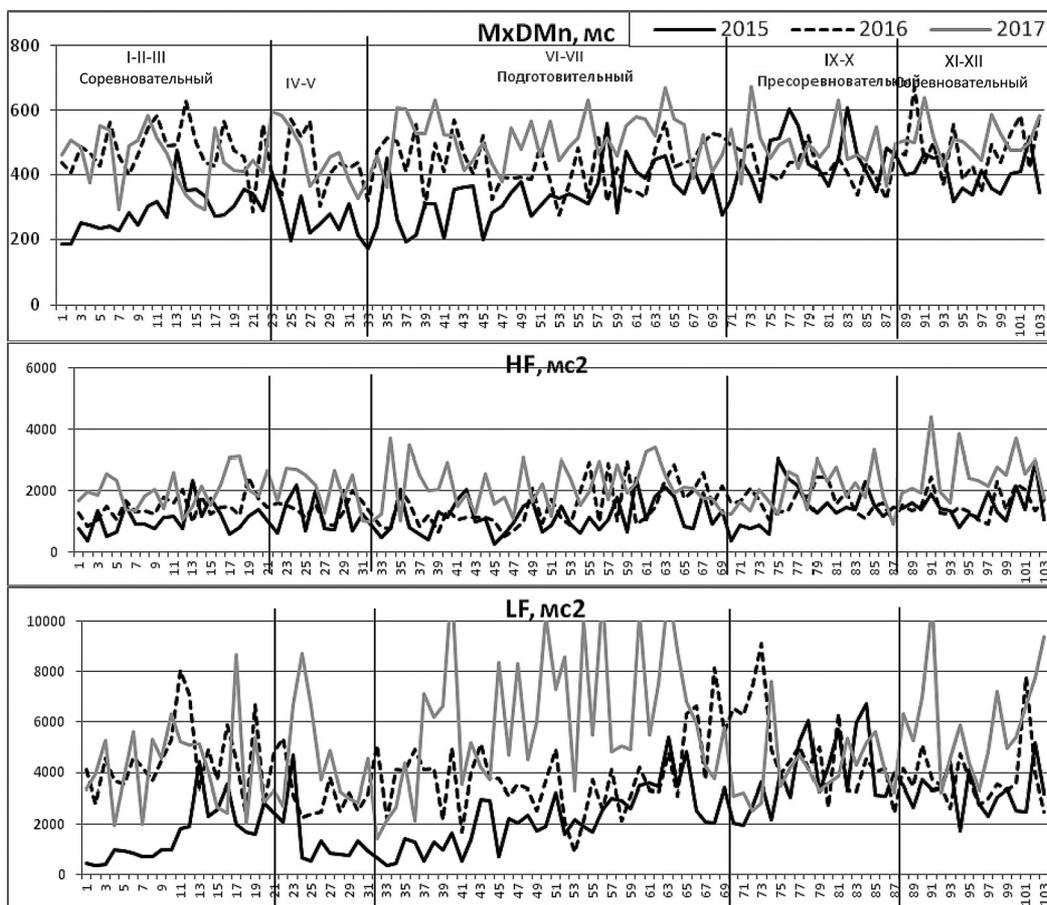


Рисунок 5 – Индивидуальный портрет показателей ВСП у биатлониста М. в разные периоды тренировочного процесса при переходе от одного тренера к другому

Figure 5 – Individual portrait of HRV indicators of biathlete M. during various periods of training process when moving from one coach to another

режима. Анализ ВСП показал, что присутствующий каждому из них индивидуальный тип вегетативной регуляции сохраняется на протяжении 21 дня сборов. В данном примере четко прослеживается важная роль вегетативной регуляции в обеспечении сердечно-сосудистого гомеостаза в горах. Согласно этому рисунку, у спортсмена Д. все показатели ВСП отличаются от показателей двух других спортсменов.

О разных функциональных возможностях кардиорегуляторных систем спортсменов говорит разное соотношение дыхательных (HF) и вазомоторных волн (LF) (рисунок 7).

У первого лыжника в спектре ВСП умеренно преобладают вазомоторные (LF) волны, у второго, наоборот, выраженно преобладают дыхательные волны (HF), а у третьего в пер-

вую половину сборов (с 04.11 до 12.11) в горах преобладают HF волны, а во вторую половину сборов начинают резко преобладать вазомоторные волны (LF). В последнем случае речь идет о переходе регуляции с одного уровня на другой, что говорит о её неустойчивости в результате перетренированности. Кроме того, у этого спортсмена на кардиоинтервалограммах, скатериграмах и ЭКГ имеются существенные нарушения сердечного ритма (рисунок 8).

Все показатели ВСП указывают на то, что он приехал в горы уже перетренированным и на этом фоне продолжал выполнять одинаковые тренировочные нагрузки наряду с другими спортсменами.

Таким образом, динамические исследования ВСП независимо от условий проведения тре-

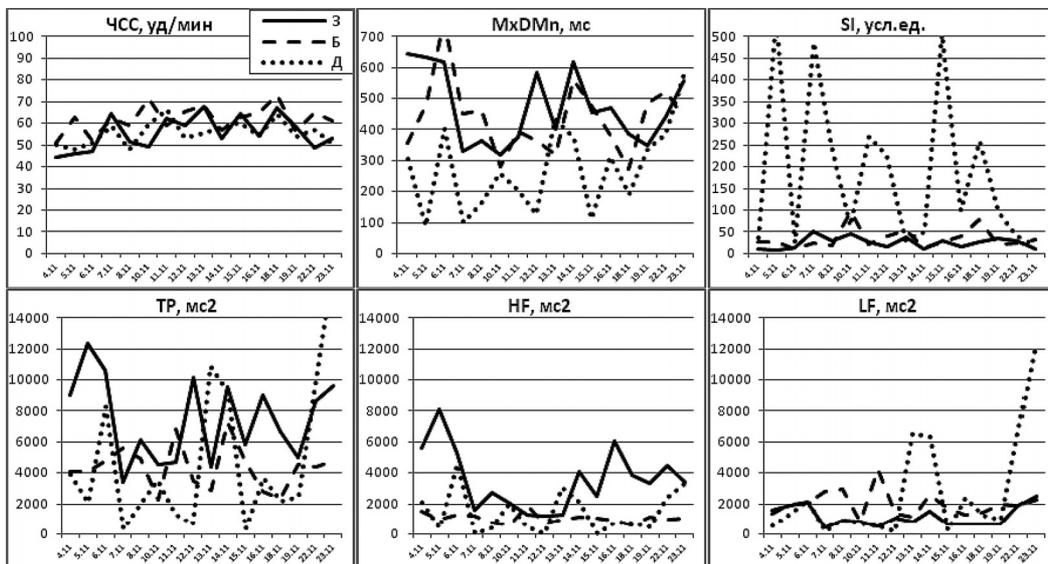


Рисунок 6 – Различия в состоянии вегетативной регуляции у лыжников-гонщиков З., Б., Д. на сборах в горах (ноябрь 2017) при одинаковом тренировочном режиме
 Figure 6 – Differences in conditions of vegetative regulation of cross-country skiers Z., B., D. during training in mountains (November 2017) with identical training schedule

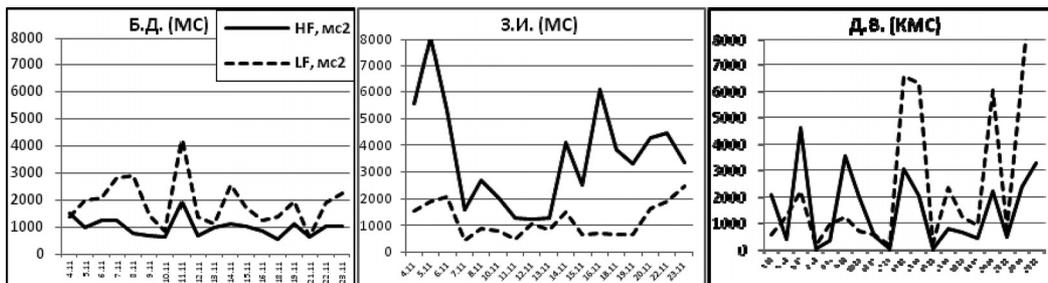


Рисунок 7 – Соотношение дыхательных (HF, мс2) и вазомоторных волн (LF, мс2) у трех лыжников-гонщиков на сборах в горах (Вершина Тея), ноябрь 2017
 Figure 7 – Correlation of respiratory (HF, ms2) and vasomotor waves (LF, ms2) of three cross-country skiers during training in mountains (Thea Peak), November 2017

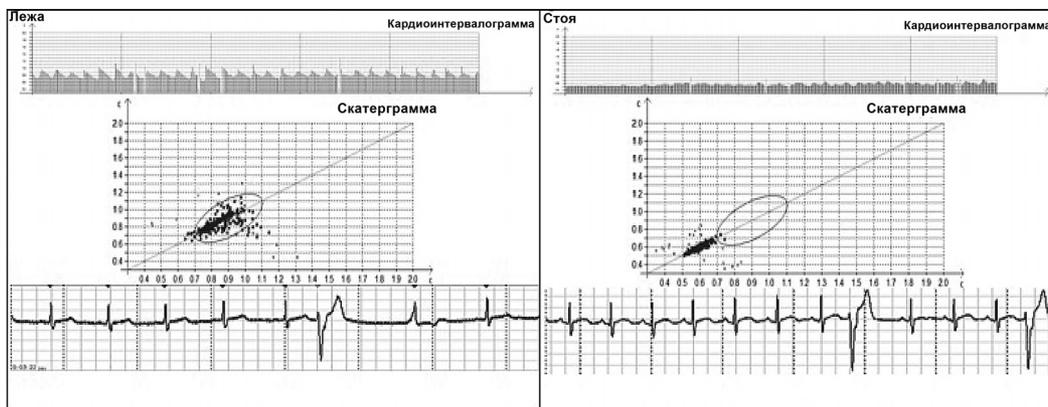


Рисунок 8 – Кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ перед 2-й тренировкой в горах (Тёя) у перетренированного лыжника-гонщика Д. (КМС)
 Figure 8 – Cardiointervalograms, scattergrams of HRV and ECG of overtrained cross-country skier D. (CMS) before the 2nd training in mountains (Thea)

нировочного процесса позволяют своевременно выявлять ранние признаки нарушения нейровегетативной регуляции сердца, ведущие к развитию перенапряжения.

Также нами установлены многие случаи участия в соревнованиях спортсменов с отклонениями в состоянии здоровья и выход на тренировки в ранние сроки после болезни, что приводит к снижению адаптационных резервов, ухудшению восстановительных процессов и перетренированности.

В таблице 4 представлены результаты экспресс-анализа ВСР у пяти лыжниц-гонщиц перед очередной тренировкой с жалобами на отклонения в состоянии здоровья. Несмотря на это, они выполняли накануне две насыщенные тренировки, не соответствующие их состоянию. Выделенные в таблице показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на вегетативный дисбаланс, патологическую реактивность и жалобы на плохое самочувствие, неготовность к выполнению очередных тренировок. В соревновательном периоде они не показали спортивных результатов.

Выполненные нагрузки на двух тренировках в предыдущий день:

Зарядка – кросс 40 мин. 1-я тренировка – ролеры классическим стилем: разминка 6 км,

ускорения 4x4 мин 10 км, заминка 6 км, пробежка и растяжка. 2-я тренировка – силовая нагрузка 1,5 час.

В процессе исследований лыжников-гонщиков в горах также установлено, что часто спортсменов ставят на соревнования в горах сразу на несколько дистанций (таблица 5). При этом не учитываются перед соревнованиями и в дни соревнований предъявляемые жалобы на плохую переносимость нагрузок. Такие спортсмены, как правило, перетренированы и не приносят результатов.

Также установлено, что в большинстве случаев лыжники-гонщики и биатлонисты после дней отдыха не имеют полноценного восстановления. Основной причиной являются необоснованные избыточные нагрузки в недельных микроциклах, и особенно в последний день перед днем отдыха, тренировки при недомогании и болезненном состоянии, нарушение режима в дни отдыха и др. Как правило, тренеры не дают отдых при первых признаках наступления перетренированности. Результаты анализа ВСР показали, что дни отдыха необходимо назначать при дизрегуляторных проявлениях, ухудшении адаптационных механизмов и появлении нарушений сердечного ритма на кардиоин-

Таблица 4 – Показатели ВСР в покое и ортостазе у лыжниц-гонщиц с отклонениями в состоянии здоровья (11.10.2017) утром перед очередной тренировкой с одинаковыми нагрузками
Table 4 – Indicators of HRV of female cross-country skiers at rest and during orthostasis with health disorders (11.10.2017) in the morning before another training with identical loads

Комментарий	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		Sl, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2		
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	
Б.Е. (КМС, 1996)																	
Самочувствие: Горло немного першит, выспалась	65	81	357	248	28	127	5554	2075	3689	377	629	789	443	702	793	206	
И.С. (КМС, 1998)																	
с 5 по 8.10.17 болела. Держится насморк, не выспалась.	52	90	552	122	14	578	18066	509	2375	51	9115	212	2504	132	4071	114	
Б.Д. (КМС, 1999)																	
Болят мышцы рук и ног капает лекарство в нос и горло.	59	69	347	177	40	178	4379	1322	2283	354	866	331	261	411	969	226	
Г.Р. (1 разряд, 1999)																	
с 5 по 8.10.17 болела. Насморк еще есть, не выспалась руки болят после силовой нагрузки	62	76	231	194	105	198	1910	1367	684	230	462	425	400	309	364	403	
Г.В. (КМС, 1999)																	
7.10.17 болело горло и насморк	68	97	224	109	105	672	1902	492	1020	28	326	309	171	95	382	61	

■ - выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted HRV indicators at rest and during orthostasis point at deviations

Таблица 5 – Состояние регуляторных систем и спортивные результаты у лыжника-гонщика (МС) в соревновательном периоде на вершине Тёи

Table 5 – The state of regulatory systems and sport performance of a cross-country skier (MS) during competition period at the top of Thea

Дата	Комментарий	ЧСС уд/мин		MxDMn МС		Sl, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
18.11.2017	вчера первая конек 2.00, 12 уск по 30 сек. Вторая кросс 30 мин. Вечером баня. Самочувствие: ватные мышцы	73	72	273	459	77	37	2362	4453	559	880	1395	2581	170	281	238	712
19.11.2017	вчера выходной, выспался, голодный, самочувствие: мышцы уставшие	56	79	485	277	21	85	4548	2281	1130	149	1944	1556	622	362	852	214
21.11.2017	Вчера соревнования классика 10 км. 47 место. +2.07. самочувствие уставший	66	81	290	238	83	114	1810	2484	652	102	657	1501	231	281	268	600
22.11.2017	вчера спринт конек 1,5 км. 77 место +12 сек. Выспался, поел, самочувствие: среднее	65	77	524	283	23	87	4413	2289	1013	273	1884	1236	535	315	980	465
23.11.2017	Вчера отдых. Самочувствие: нормальное, ночью тошнило.	61	84	437	306	31	72	4740	3343	1021	238	2232	2448	472	375	1015	283
25.11.2017	Вчера 15 км конек 51 место. + 2.30. Выспался, поел, самочувствие: среднее, голова мутная.	62	89	350	201	36	182	1888	1100	771	90	1711	582	520	303	886	126

■ - выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted HRV indicators at rest and during orthostasis point at deviations

тервалограммах, скатерграммах и ЭКГ. На рисунке 9 приводятся данные кардиоинтервалограмм, скатерграмм и ЭКГ, где четко видны нарушения сердечного ритма у юного лыжника-гонщика в соревновательном периоде после дня отдыха. Этот спортсмен был

снят с тренировочного процесса и отправлен к кардиологу для восстановительной терапии. Особенно важно тщательно относиться к планированию тренировочных нагрузок для юных спортсменов. В таблице 6 представлены результаты экспресс-анализа ВСР в покое

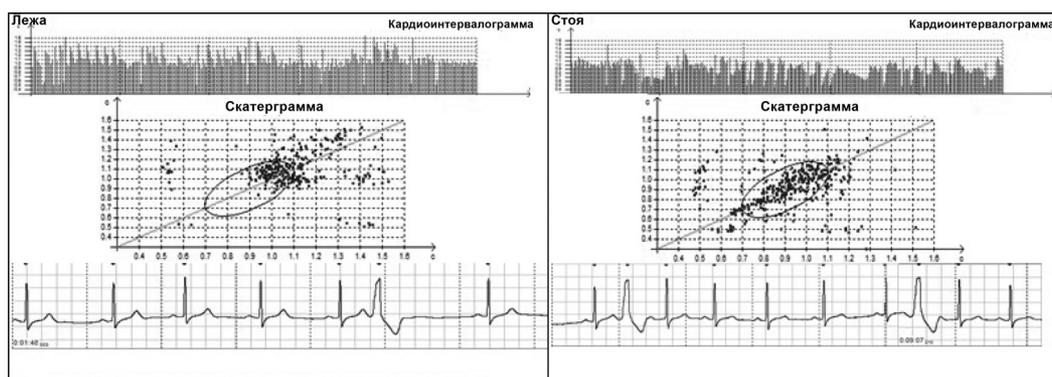


Рисунок 9 – Кардиоинтервалограммы, скатерграммы и ЭКГ у лыжника (15 лет) после дня отдыха
Figure 9 – Cardiorespirometry, scattergrams and ECG of a skier (15 years old) after a day of rest

и ортостазе у шестнадцати юных биатлонистов при выполнении двух одинаковых тренировочных нагрузках в сочетании с сауной. В процессе исследований ВСП установлено, что неверно подобранное сочетание указанных тренировочных нагрузок по объему, длительности выполнения и сауны приводят у юных биатлонистов к выраженной дисрегуляции в покое и парадоксальным реакциям на ортостаз (таблица 6). Согласно показателям ВСП, ни один из шестнадцати юных биатлонистов на следующий день не был восстановлен. У спортсменов под номерами 2, 6, 11 выявлено выраженное преобладание автономного контура регуляции. У них выраженные значения показателей ВСП MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF и низкий SI сочетались с нарушениями сердечного ритма (IV патологический тип регуляции). У спортсменов под номерами 3, 4, 5, 8, 10, 12, 15, 16 имеется выраженное преобладание центрального контура регуляции, которое подтверждалось низкими показателями ВСП MxDMn, TP, HF, LF, VLF, ULF, высоким SI и парадоксальными реакциями на ортостаз (II тип вегетативной регуляции).

Выполненные нагрузки в предыдущий день: 1-я тренировка – лыжи, техническая подготовка 1 час 30 мин.; 2-я тренировка – кросс 30 мин, футбол 1 час, сауна 1 час.

Таким образом, избыточные нагрузки в сочетании с сауной для юных биатлонистов ведут к поломкам адаптационно-регуляторных механизмов и ухудшению процессов восстановления. Все перечисленные спортсмены должны вновь пройти углубленный медицинский осмотр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе обоснована важная роль проведения ежедневных исследований ВСП для оценки вегетативной регуляции в обеспечении сердечно-сосудистой системы в тренировочном процессе. Выявлены механизмы перестройки вегетативного баланса у лыжников-гонщиков и биатлонистов на разных этапах тренировочного процесса и определены критерии их оценки по данным анализа ВСП в покое и ортостазе. Результаты проведенных исследований имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение. Во-первых, знание индивидуального типа вегетативной регуляции позволяет тренеру прогнозировать характер адаптивных реакций спортсмена и на этой основе корректировать тренировочный процесс. Во-вторых, оценка вегетативной регуляции с помощью экспресс-анализа ВСП дает важную информацию о процессах восстановления и определения первых признаков перетренированности. Это

Таблица 6 – Состояние восстановительных процессов по показателям ВСП лежа и стоя у юных биатлонистов утром после выполнения двух тренировочных нагрузок и сауны

Table 6 – Condition of recovery processes according to HRV indicators of young biathletes in lying and standing positions in the morning after two training sessions and sauna

№	ЧСС уд/мин		MxDMn мс		SI, усл.ед.		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
1	53	73	451	396	21	50	7386	7455	3059	429	1101	4623	775	1868	2452	534
2	41	70	836	368	7	48	17404	4733	6801	350	6920	3046	1091	799	2592	558
3	76	94	115	159	505	293	380	1027	186	112	39	612	77	249	79	54
4	53	79	204	270	80	142	1648	1297	427	115	475	555	370	400	375	227
5	51	67	108	217	489	129	287	1379	137	414	33	495	29	356	88	114
6	53	69	563	401	9	42	23957	3834	11967	1259	9871	1929	543	343	1576	303
7	75	84	370	251	47	107	5116	2339	2620	171	1492	1321	607	467	397	380
8	60	83	188	256	143	106	1377	3553	778	181	242	2526	130	464	228	382
9	48	73	310	477	42	31	2952	9817	923	796	571	4268	311	3461	1148	1293
10	53	88	175	215	202	186	2010	1557	566	530	688	688	293	178	463	162
11	64	78	545	347	25	48	15844	3412	8940	922	2830	1253	1026	815	30447	422
12	79	104	146	69	286	1724	732	186	342	56	190	66	69	32	131	31
13	76	82	424	293	31	85	6450	3395	2322	1098	631	957	309	223	3187	1116
14	56	96	373	186	44	194	3282	2142	1434	613	660	666	451	265	738	598
15	67	89	217	222	109	146	1528	1490	802	137	326	1063	196	225	204	65
16	83	104	194	144	188	402	1265	1348	459	437	159	571	105	179	542	162

■ - выделенные показатели ВСП в покое и ортостазе указывают на отклонения от нормы / highlighted HRV indicators at rest and during orthostasis point at deviations

еще раз подчеркивает, что резервы адаптации индивидуальны и одинаковые тренировочные нагрузки недопустимы для спортсменов с разным уровнем вегетативной регуляции. Высокий спортивный результат может быть достигнут только при отсутствии дисрегуляторных проявлений и наличии оптимальных

адаптационно-резервных возможностей кардиорегуляторных систем.

Только сбалансированная вегетативная регуляция позволяет максимально использовать функциональные и резервные возможности на тренировках независимо от того, в каких условиях они проводятся (равнина или среднегорье).

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клещкин. – М.: Наука, 1984. – С. 200.
2. Гаврилова, Е. А. Ритмокардиография в спорте: монография – 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. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
5. Шлык, Н. И. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик variability ритма сердца / Н. И. Шлык // Физиология человека. – 2016. – Т. 24, № 7. – С. 81-91.
6. Шлык, Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 5-15.
7. 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 физическая культура и спортивная медицина. – 2016. – №1 (133). – С. 17-23.
8. Шлык, Н. И. Оценка качества тренировочного процесса у спортсменов на основе экспресс-анализа variability сердечного ритма с учетом индивидуально типа регуляции / Н. И. Шлык, Е. С. Лебедев, О. С. Вершинина // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 2. – С. 18-20.
9. Alderman, B. L. The Relation of aerobic fitness to cognitive control and heart rate variability: A neurovisceral integration study / B. L. Alderman // Biol. Psychol. – 2014. – P. 26-33.
10. Letti T. Interest of analyses of heart rate variability in the prevention of fatigue states in senior runners / T. Letti, V. A. Bricout // Auton Neurosci. – 2013. – Vol. 12, № 173. – P. 14-21.
11. Sheppard, M. N. Aetiology of sudden cardiac death in sport: a histopathologist's perspective / M. N. Sheppard // Br. J. Sports Med. – 2012. – № 46. – P. 15-21.
12. Schmied C. Sudden cardiac death in athletes / C. Schmied, M. Borjesson // Journal of Internal Medicine. – 2014. – V. 275. – № 2. – P. 93-103.
13. The impact of concussion on cardiac autonomic function: a systematic review of evidence for recovery and prevention / T. Blake, C. McKay, W. Meeuwisse, C. Emery // Brit J. Sports Med. – 2014. – Vol. 48, № 7. – P. 569.

REFERENCES

1. Baevskii R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. Mathematical analysis of heart rate alterations under stress. Moscow, Science Publ., 1984. 200 p.
2. Gavrilova E.A. Rhythmocardiography in sport: monograph. Saint Petersburg. I.I. Mechnikov SZGMU Publ., 2014, 164 p.
3. Lebedev E.S., Shlyk N.I. Management of training process and forecasting of sport results of female biathletes according to the data of heart rate variability. Ritm serdtsa i tip vegetativnoi reguliatsii v otsenke urovnia zdorovia naseleniia i funktsionalnoi podgotovlennosti sportsmenov: materialy VI vseros. simp [Heart rate and the type of autonomic regulation in assessment of public health level and functional fitness of athletes: proceedings of the VI All-Russian Symp.], 2016. pp. 163-166.
4. Shlyk N.I. Heart rate and regulation type of children, teenagers and athletes: monograp. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009, 259 p.
5. Shlyk N.I. Management of training process of athletes considering individual features of heart rate

- variability. Fiziologiya cheloveka, 2016, vol. 24, no. 7, pp. 81-91 (in Russ.)
6. Shlyk N.I. Express test of the readiness of athletes' bodies for training and sport activities (based on the outcomes of analysis of heart rate variability). Science and sport: current trends, 2015, vol. 9, no. 4, pp. 5-15. (in Russ.)
7. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Analysis of the heart rate variability in the control of training and competitive activities of athletes on the example of skiing. Lechebnaia fizicheskaia kultura i sportivnaia meditsina [Physical therapy and sports medicine], 2016, no. 1 (133), pp. 17-23. (in Russ.)
8. Shlyk N. I., Lebedev E.S., Vershinina O.S. Athletic training process quality rating by express tests of heart rate variability in view of individual type of regulation. Teoriia i praktika fizicheskoi kultury [Theory and Practice of Physical Culture], no. 2, pp. 18-20. (in Russ.)
9. Alderman B.L. The Relation of aerobic fitness to cognitive control and heart rate variability: A neurovisceral integration study. Biol. Psychol., 2014, pp. 26-33.

10. Letti T., Bricout V.A. Interest of analyses of heart rate variability in the prevention of fatigue states in senior runners. *Auton Neurosci*, 2013, vol. 12, no. 173, pp.14-21.
11. Sheppard M. N. Aetiology of sudden cardiac death in sport: a histopathologist's perspective. *BrJ. Sports Med.*, 2012, no. 46, pp.15-21.
12. Schmied C., Borjesson M. Sudden cardiac death in athletes. *Journal of Internal Medicine*, 2014, vol. 275, no. 2, pp. 93-103.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шлык Наталья Ивановна (Shlyk Natalia Ivanovna) – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой валеологии и медико-биологических основ физической культуры; 426034, Ижевск, ул. Университетская 1, корпус 5; Удмуртский государственный университет; e-mail: medbio@uni.udm.ru; ORCID: 0000-0002-3165-9065. Лебедев Евгений Сергеевич (Lebedev Evgenii Sergeevich) – магистр; инструктор-методист отдела методического обеспечения организаций и информационно-аналитической работы; АУ УР "Центр спортивной подготовки сборных команд"; 426034, Ижевск, ул. Базисная, 17; e-mail: lebedevcspur@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6109-3381.

Вершинина Оксана Сергеевна (Vershinina Oksana Sergeevna) – магистр, инструктор-методист отдела методического обеспечения организаций и информационно-аналитической работы; 426034, Ижевск, ул. Базисная, 17; АУ УР "Центр спортивной подготовки сборных команд"; e-mail: churakovao@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3148-8577.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

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

FOR CITATION

Shlyk N.I., Lebedev E.S., Vershinina O.S. Assessment of training process quality of cross-country skiers and biathletes by the results of the daily researches of heart rate variability. *Science and sport: current trends*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 92-105 (in Russ.)