3. Zaitsev, A.A. and Khromov, V.A. (2014), "Speed abilities of cadets of male and female educational institutions of the Ministry of internal Affairs of Russia", *Children, sport, health*, Vol. 10, Smolensk, pp. 153-156.
4. Zatsiorsky V.M. (2009), *Physical qualities of an athlete*, Physical culture and sport, Moscow.
5. Platonov V.N. (2009), "Annual training cycle: the state and prospects of its construction", *Annual training of highly qualified athletes, collection of scientific works*, Moscow, pp. 102-114.
6. Raznitsyn, V.A., Zaitsev, A.A., and Khromov, V.A. (2018), "Dynamics of speed component of physical preparedness of cadets-women of different years of training of educational organizations of the Ministry of internal Affairs of Russia", *Integration of science and practice in single combats*, Moscow, pp. 211-215.

Контактная информация: Kole235@mail.ru

Статья поступила в редакцию 21.10.2019

УДК 796.8

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СТОИМОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БОРЦОВ

***Юрий Михайлович Рекша**, кандидат педагогических наук, доцент, Рязанский филиал Московского университета Министерства внутренних дел России им. В.Я. Кикотя;* ***Сергей Владиславович Булатецкий**, доктор медицинских наук, доцент, **Ирина Валерьяновна Растегаева**, старший преподаватель, Рязанский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова; **Даниил Андреевич Похачевский**, Московский физико-технический институт; **Аделина Витальевна Лазарова**, аспирант, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова*

Аннотация

Частотный анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) применен, для объективной количественной оценки адаптационных резервов организма квалифицированных борцов до и после спортивной тренировки. Исследована структура изменчивости адаптационных резервов, предложены варианты их трактовки в зависимости от спектральных характеристик ВРС. Вскрыты и проанализированы характерные особенности и принципиальные различия вегетативной регуляции сердечного ритма спортсменов до и после спортивной тренировки. Сделан вывод о высокой чувствительности метода, возможности применения настоящего подхода для изучения индивидуальной «цены» адаптации к физической нагрузке и спортивной тренировке в зависимости от вида, интенсивности физической нагрузки, квалификации и подготовки спортсмена.

Ключевые слова: динамика, преднагрузочная, постнагрузочная изменчивость частотных характеристик сердечного ритма.

STUDY OF PHYSIOLOGICAL COST OF PHYSICAL LOADS IN PREPARATION OF QUALIFIED WRESTLERS

***Yury Mikhailovich Reksha**, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, the Ryazan branch of the Moscow university Ministry of Internal Affairs of V.Ya. Kikotya;* ***Sergey Vladislavovich Bulatetsky**, the doctor of medical sciences, senior lecturer, **Irina Valeryanovna Rastegaeva**, the senior teacher, Ryazan State Medical University; **Daniil Andreevich Pokhachevskiy**, Moscow Institute of Physics and Technology; **Adelina Vitalievna Lazarova**, the postgraduate student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)*

Annotation

Frequency analysis of the heart rate variability (HRV) was used to objectively quantify the adaptive reserves of the body of the qualified fighters before and after sports training. The structure of the variability of the adaptive reserves is studied, and options for their interpretation are proposed depending on the spectral characteristics of the HRV. The characteristic features and fundamental differences of the autonomic

regulation of the heart rate of the athletes before and after sports training were revealed and analyzed. The conclusion is made about the high sensitivity of the method, the possibility of applying this approach to study the individual "price" of adaptation to physical activity and sports training, depending on the type, intensity of physical activity, qualifications and training of the athlete.

Keywords: dynamics, preload, postload variability of the frequency characteristics of the heart rhythm.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка функционального состояния организма в своей объективной основе предполагает анализ системы нейрогуморальной регуляции, которая в состоянии физиологического покоя отражает наличие адаптационного потенциала или адаптационных резервов, а в процессе физической нагрузки реализует его [1-3, 5, 8-11]. Признанной методологической основой изучения системы нейрогуморальной регуляции является математический анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) [6, 12]. Изменчивость длительности кардиоинтервалов, обуславливаясь нейрогуморальными влияниями, адекватно отражает уровень адаптационных резервов и общее функциональное состояние организма [4, 6, 7, 12].

Цель работы. Определить характерные особенности и принципиальные различия адаптационных резервов квалифицированных борцов до и после спортивной тренировки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследована группа квалифицированных борцов (самбо, дзюдо, 28 человек) квалификации мастер спорта (16), кандидат в мастера спорта (12 человек) 18–23 лет.

Спортсмены обследованы дважды: до тренировки – 1 группа и после нее – 2 группа. Так как группы связанные (зависимые) для их статистического сравнения использовался непараметрический метод Wilcoxon. Для определения выраженности различий групп использовался параметрический метод определения разности медиан. Оба обследования проводились в положении лежа (клиностаз), при наступлении стационарного состояния кардиоритмограммы (КРГ). Первое – за 25–30 минут до начала тренировки, повторное – через 25– 30 минут после нее.

Регистрация и математический анализ ВРС проводились в соответствии со стандартом по 5-минутным записям [6, 12]. Текущее функциональное состояние оценивалось по показателю TP (общая мощность спектра), с учетом вклада быстрых колебаний (HF-компонент) – отражающих активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, медленных колебаний (LF-компонент) – маркер активности симпатических влияний и очень медленных колебаний (VLF-компонент) – отражающих, гуморально-метаболические и церебральные эрготропные влияния на сердечный ритм (СР). Отношение LF/HF расценивалось как симпато-парасимпатический баланс. Длительность дыхательного цикла в виде гистограммы, накладывалась на спектрограмму ВРС клиностаза для определения левой границы HF компонента. Результаты исследования обрабатывались с помощью статистического пакета Statistica 10.0. Принимая во внимание, что распределение значений отличалось от нормального, данные представлены в виде медианы (Me) и 25, 75 перцентиля (Пц).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение частотных показателей СР в группе спортсменов до и после тренировки выявило достоверные различия в положении лежа по общей мощности спектра за счет абсолютной и относительной интенсивности медленных и быстрых волн (таблицы 1, 2).

Общая мощность спектра значительно (4.15) и статистически существенно преобладает в 1 группе. Основой доминирования, на первый взгляд является выраженное (4.18) и статистически существенное преобладание абсолютных значений низкочастотной составляющей. Однако ее (%LF) относительная выраженность имеет обратную закономерность и проявляется значительным преобладанием (-3.07) в группе сравнения, что,

несмотря на отсутствие статистической существенности, позволяет констатировать выраженную симпатическую заинтересованность в адаптации 2 группы, а преобладание абсолютных значений в 1 группе, связать с прямым превалированием общей мощности. Значительное (2.61), статистически существенное доминирование высокочастотного спектра в 1 группе сопровождается еще более выраженным (3.97) и существенным относительным преобладанием, что позволяет сделать вывод о господстве быстрой адаптации в развитии приспособительных реакций.

Таблица 1 – Сравнительный частотный анализ ВРС 1 и 2 групп

Группа	Пц	Ps	TP, мс^2	VLF, мс^2	LF, мс^2	HF, мс^2	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
1	25	54,00	3819,5	648,07	618,37	1997,3	21,47	56,23	0,27	12,81	15,02	43,15
	50	60,00	5058,2	883,46	1342,2	2425,6	29,92	70,08	0,43	17,97	20,9	56,47
	75	69,00	7921,9	1649,88	1795,3	4095,8	43,77	78,53	0,78	24,77	32,34	61,21
2	25	63,50	1688,1	414,05	467,1	511,57	32,71	47,16	0,49	16,08	21,62	28,56
	50	69,00	2360,1	608,73	636,6	1021,2	42,6	57,4	0,74	23,79	30,64	39,87
	75	70,50	3029,5	900,44	982,64	1419,2	52,84	67,3	1,12	40,48	37,17	54,51

Отсутствие статистической существенности при сравнении очень медленных волн, тем не менее, позволяет отследить тенденцию, которая заключается в умеренном (1.49) преобладании абсолютной интенсивности в 1 группе и обратной закономерности при сравнении относительной изменчивости – умеренного преобладания во 2 группе (-1.41). Последнее предполагает гуморально-метаболическую заинтересованность в развитии приспособительных реакций в данной группе. Кроме того, обращает на себя внимание значительное по медиане (4.48) но статистически несущественное преобладание частоты сердечных сокращений во 2 группе, что позволяет утверждать о заметном, но не предельном участии хронотропного компонента в адаптации к физической нагрузке в ней. Незначительное превалирование (1.54) значения LF/HF во 2 группе, в связи с отсутствием статистической существенности, подтверждает малую заинтересованность медленных волн в развитии адаптационных реакций.

Таблица 2 – Сравнительный частотный анализ ВРС 1 и 2 групп

	Пц	Ps	TP, мс^2	VLF, мс^2	LF, мс^2	HF, мс^2	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
d%	25	17,59	-55,80	-36,11	-24,46	-74,39	52,35	-16,13	81,48	25,53	43,94	-33,81
	50	15,00	-53,34	-31,10	-52,57	-57,90	42,38	-18,09	72,09	32,39	46,60	-29,40
	75	2,17	-61,76	-45,42	-45,27	-65,35	20,72	-14,30	43,59	63,42	14,94	-10,95
T		-4,48	4,15	1,49	4,18	2,61	-3,12	3,12	-1,54	-1,41	-3,07	3,97

Таким образом, существенное преобладание общей мощности спектра за счет высокочастотной составляющей в 1 группе свидетельствует в пользу ее лучшей адаптационной активности. Относительная напряженность медленных и очень медленных волн во 2 группе при отсутствии статистической значимости различий с группой сравнения, позволяет констатировать минимальную симпато-адреналовую и гуморально-метаболическую заинтересованность в ней, что по совокупности факторов (сочетание с преобладанием ЧСС и значением LF/HF), тем не менее, свидетельствует о сужении адаптационных резервов.

ВЫВОДЫ

Наличие нейрогуморальных резервов быстрой адаптации в 1 группе за счет быстрых компонентов спектра свидетельствует в пользу ее обширной адаптационной активности. Причина проанализированной межгрупповой изменчивости – перенесенная физическая нагрузка в процессе тренировки. Выявленное сужение приспособительных возможностей – физиологическая стоимость этой нагрузки, цена адаптации к ней. Изучение адаптационной стоимости физической нагрузки – один из наиболее объективных вариантов применения метода исследования вариабельности сердечного ритма в спортивной практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгоритмы, методы и аппаратура анализа временного ряда кардиоритмограммы при нагрузочном тестировании / Ю.М. Рекша, Ф.Р. Гаджимурадов, А.Е. Умрюхин, М.М. Лапкин // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2018. – № 1. – С. 33–38.

2. Значение предикторов выживаемости в молодежной выборке / М.М. Лапкин, А.В. Платонов, А.А. Трунтягин, Ф.Р. Гаджимурадов // Профилактическая медицина. – 2018. – № 3 (21). – С. 57–61.

3. Лапкин, М.М. Регуляция сердечного ритма при нагрузочном тестировании / М.М. Лапкин, А.Л. Похачевский // Российский медико-биологический вестник им. И.П. Павлова. – 2014. – Т. 22. – № 4. – С. 47–53.

4. Лапкин, М.М. Состояние автономной (вегетативной) нервной системы и нарушения сердечного ритма при физической нагрузке / М.М. Лапкин, А.Л. Похачевский // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 2013. – Т. 21. – № 4. – С. 49–56.

5. Лапкин, М.М. Сравнительная характеристика вегетативного контроля и профилактика нарушений сердечного ритма у подростков при физической нагрузке / М.М. Лапкин, А.Л. Похачевский // Профилактическая медицина. – 2014. – № 3 (17). – С. 27–31.

6. Михайлов, В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В.М. Михайлов. – Иваново : Талка, 2008. – 545 с.

7. Патент 2468740 РФ. Способ определения вегетативной активности при нагрузочном тестировании / Б.А. Садельников, А.Л. Похачевский. – № 2011110624/14 ; заявл. 21.03.2011 ; опубл. 10.12.2012, Бюл. 34. – 8 с.

8. Похачевский, А.Л. Вегетативный контроль сердечного ритма в динамике нагрузочной толерантности // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 1 (53). – С. 38–43.

9. Похачевский, А.Л. Сравнительный мониторинг функционального состояния вегетативной нервной системы подростков / А.Л. Похачевский // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2010. – № 3 (89). – С. 5–56.

10. Применение хронотропного индекса для анализа переносимости физической нагрузки / В.М. Михайлов, А.Б. Петров, Д.А. Донсков, Д.А. Фалеев // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 7. – С. 47–49.

11. Прогностический потенциал нагрузочной кардиоритмограммы раннего адаптационного периода / Н.С. Бирченко, Д.А. Похачевский, В.Н. Пожималин, А.Б. Петров // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – № 1 (18). – С. 46–59.

12. Task force of the European of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.

REFERENCES

1. Reksha, Yu.M., Gadzhimuradov, F.R., Umrukhin, A.E. and Lapkin, M.M. (2018), “Algorithms, methods and equipment for analysis of heart rate patterns in physical load testing”, *Biomedical Radio electronics*, No. 1, pp. 33-38.

2. Lapkin, M.M., Platonov, A.V., Truntyagin, A.A. and Gadzhimuradov F.R. (2018), “The significance of survival predictors in a young sample”, *Preventive medicine*, Vol. 21, No. 3, pp. 57-61.

3. Lapkin, M.M. and Pokhachevsky, A.L. (2014), “Heart beat regulation during load test”, *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*, Vol. 22, No. 4, pp. 47-53.

4. Lapkin, M.M. and Pokhachevsky, A.L. (2013), “The state of the autonomous (vegetative) nervous system and heart rhythm disorders under exercise conditions”, *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*, Vol. 21, No. 4, pp. 49-56.

5. Lapkin, M.M. and Pokhachevsky, A.L. (2014), “The comparative characteristics of autonomic control and the prevention of heart arrhythmias in adolescents during physical exercise”, *Preventive medicine*, Vol. 17, No. 3, pp. 27-31.

6. Mikhailov, V.M. (2008), *Stress testing under the supervision of ECG: cycle ergometer test, treadmill test, step test, walking*, Talka, Ivanovo.

7. RU 2468740 C1, “Method of determining vegetative activity in stress testing”, B.A. Sadelnikov, A.L. Pokhachevskiy, App. 2011110624/14, 21.03.2011, Publ. 10.12.2012, Bull. 34, 8 p.

8. Pokhachevsky, A.L. (2013), “Heart rate vegetative control in the loading tolerance dynamics”, *Herald of Restorative Medicine*, Vol. 53, No. 1, pp. 38-43.

9. Pokhachevsky, A.L. (2010), “Comparative monitoring of the functional state of the adolescent autonomic nervous system”, *Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*, Vol. 89, No. 3, pp. 51-56.

10. Mikhailov, V.M., Petrov, A.B., Donskov, D.A. and Faleev, D.A. (2017) “Chronotropic index application for exercise tolerance tests”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No. 7, pp. 16-19.

11. Birchenko, N.S., Pokhachevskiy, D.A., Pozhimalin, V.N. and Petrov, A.B. (2018), “Prognostic potential of exercise cardiac rhythmgram during early adaptation period”, *Human. Sport. Medicine*, Vol. 18, No. 1, pp. 46-59.

12. “Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use” (1996), *Circulation*, Vol. 93, pp. 1043-1065.

Контактная информация: sport_med@list.ru

Статья поступила в редакцию 14.10.2019

УДК 796.26

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ ПОДВИЖНЫХ ИГР

***Павел Васильевич Родичкин**, доктор медицинских наук, профессор, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, Санкт-Петербург;*
***Ольга Петровна Степченкова**, старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

Аннотация

Внедрение новых методов и программ, а также усовершенствование баз для занятий физической культурой приведут к повышению посещений, а, следовательно, и повышению уровня здоровья молодежи, их образованности в сфере физической культуры. В силах преподавателя разнообразить процесс обучения студентов, привлечь их инновационными подходами проведения, тем самым повысить их физическую активность и эмоциональный фон занятий, что приведет к пониманию и осознанию необходимости занятий физической культурой, в том числе и самостоятельно. Все движения, необходимые для поддержания стабильного физического состояния студента, можно реализовать в игре. При занятиях подвижными играми физическая нагрузка чередуется с кратковременным отдыхом, что обеспечивает хорошую тренировку, а также питание мышц и внутренних органов. В данной статье представлена методика применения подвижных игр в вузе, с целью повышения физической активности студентов.

Ключевые слова: студенты, физическая активность, подвижные игры, развитие, инновации.

INCREASING PHYSICAL ACTIVITY OF STUDENTS THROUGH OUTDOOR GAMES

***Pavel Vasilyevich Rodichkin**, the doctor of medical sciences, professor, The Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg,*
***Olga Petrovna Stepchenkova**, the senior teacher, The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications*

Annotation

The introduction of the new methods and programs, as well as the improvement of the bases for physical culture will lead to an increase in visits, and, consequently, increase the level of health of young people, their education in the field of physical culture. In forces of the teacher to diversify the process of training of the students, to involve them with the innovative approaches of carrying out, thereby, to increase their physical activity and emotional background of the occupations that will lead to understanding and awareness of need in occupations by physical culture, including independently. All movements necessary to maintain the stable physical condition of the student can be implemented in the game. When practicing outdoor games, physical activity alternates with short-term rest, which provides a good workout, as well as nutrition of the muscles and internal organs. This article presents the method of application of outdoor games in higher school, in order to increase the physical activity of the students.