

**УДК 796.01:612**

**DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-4-13-23**

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТМЕНОВ-  
ОРИЕНТИРОВЩИКОВ ПРИ РЕШЕНИИ СЛОЖНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ  
ЗАДАЧ**

*Бирюкова Е. А., Ярмолюк Н. С., Мишин Н. П., Меджитова А. Р., Ткач Е. С.,  
Касьянова Е. О.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный  
университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: biotema@mail.ru*

Изучены изменения variability сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков высшей квалификации при решении сложно-координационных задач по биоуправлению виртуальным объектом с помощью стабилметрической платформы ST-150. Методами статистического, спектрального и геометрического анализа ВСП показано, что 7-дневный курс решения сложных двигательных задач с БОС по опорной реакции стимулирует увеличение вагусной регуляции сердечного ритма, улучшение адаптационных возможностей и функциональных резервов организма профессиональных спортсменов-ориентировщиков.

**Ключевые слова:** variability сердечного ритма, стабилметрия, тренинг с биоуправлением, сердечный ритм.

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время проблема повышения качества тренировочного процесса как у профессиональных, так и у начинающих спортсменов является приоритетной для специалистов медико-биологического сопровождения спорта во всем мире. Для этих целей, в качестве внутренировочных средств повышения спортивной эффективности, в последние годы активно применяются различные процедуры с биологической обратной связью, в том числе метод решения специализированных двигательно-когнитивных задач на стабилметрической платформе [1].

В то же время отметим, что одним из наиболее информативных биологических сигналов, позволяющих судить о смене функционального состояния организма испытуемых спортсменов в процессе спортивной подготовки является динамика variability сердечного ритма (ВСП) [2].

Анализ ВСП широко используется в качестве неинвазивного и надежного инструмента для оценки вегетативного контроля сердечно-сосудистой системы

человека [3]. Многочисленные литературные источники подтверждают перспективу применения данного метода для целей спортивной физиологии [4].

Однако, изменение ВСП у высококвалифицированных спортсменов при решении сложных двигательно-когнитивных задач, на сегодняшний день, по-прежнему, остается неизученным.

**Целью** настоящего исследования явилась оценка изменений вариабельности сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков высшей квалификации при решении сложно-координационных задач по биоуправлению виртуальным объектом с помощью стабилметрической платформы ST-150.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследование проведено на базе Центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» и кафедры физиологии человека и животных и биофизики факультета биологии и химии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», а также спортивного клуба «Ориентир» детско-юношеской спортивной школы № 3 в период с декабря 2019 по март 2020 года.

Дизайн экспериментальной работы включал неинвазивное наблюдение на 10 высококвалифицированных спортсменах мужского пола 16–19 лет, занимающихся спортивным ориентированием. Регистрация показателей функционального состояния у спортсменов проведена в период базового тренировочного мезоцикла. В данном периоде спортсмен сталкивается с шестидневным тренировочным процессом с отдыхом в понедельник.

Эксперимент велся на сертифицированном оборудовании, прошедшем метрологическую поверку, в тихом, хорошо проветриваемом помещении со стабильной температурой  $+20 - +22 \text{ C}^0$ .

После регистрации фоновых показателей ВСП с помощью программно-аппаратного комплекса «ВНС-микро» (ООО «Нейрософт», Иваново») все спортсмены подвергались 7-дневному стабилметрическому тренингу по управлению траекторией метки на экране монитора, связанной с траекторией центра давления масс на опору, регистрируемой силовой платформой.

После чего, на 7 сутки исследования у них повторно были зарегистрированы показатели ВСП.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

В первые сутки исследования до начала поведения БОС-тренинга по решению сложных двигательных задач на стабилметрической платформе все исследуемые показатели ВСП у испытуемых спортсменов находились в диапазоне возрастной нормы для спортсменов данной квалификации.

Ориентируясь на референтные значения в научной литературе [5], можно заключить, что фоновые значения изученных показателей у спортсменов-ориентировщиков свидетельствуют о более высокой, по сравнению с нетренированными испытуемыми, ВСП, что свидетельствует о наличии у них более

качественных механизмов адаптации к физическим нагрузкам. Несмотря на то, что более высокие показатели ВСП, по обыкновению, считаются положительным явлением, всё же и рост не характеризуется принципом «чем больше, тем лучше». Чрезмерно высокие или низкие показатели ВСП наносят ущерб нормальному физиологическому функционированию организма. Тот факт, что показатели ВСП у спортсменов-ориентировщиков, не выходят за пределы общепринятой нормы, хотя и отличаются от средних значений у неспортсменов, может свидетельствовать об отсутствии перетренированности и психоэмоционального истощения, которое не так уж и редко встречается в спорте, особенно на высоком уровне выступлений.

**Таблица 1.**

**Показатели вариабельности сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков до и после БОС тренинга по решению сложно-координационных задач на стабилметрической платформе ST-150**

Метод анализа	Показатель	Значение	
		Фон	7 сутки
Временной анализ	HR, уд./мин.	69,69±1,67	62,38±2,04 p=0,015
	SDNN, мс	60,80±5,30	66,20±5,61 p=0,005
	RMSSD, мс	36,90±4,62	52,50±5,76 p=0,015
	pNN50, %	17,18±3,67	30,42±5,29 p=0,038
	CV, %	6,21±0,14	7,78±0,56 p=0,008
Геометрический анализ	Mo, с	0,86±0,03	0,94±0,04 p=0,015
	AMo, %	36,41±2,02	29,42±2,07, p=0,038
	BP, с	0,32±0,03	0,39±0,03 p=0,005
Спектральный анализ	TP, мс <sup>2</sup>	3084,80±192,24	4196,70±255,31 p=0,005
	HF, мс <sup>2</sup>	918,90±61,64	1729,10±102,75 p=0,005
	LF, мс <sup>2</sup>	1020,90±78,53	1405,30±87,88 p=0,005
	VLF, мс <sup>2</sup>	1145,00±132,15	1062,30±156,56
	LF/HF	1,15±0,12	0,83±0,06 p=0,047
Вариационная пульсометрия по Р. М. Баевскому	ИИ, у.е.	76,53±10,15	53,85±7,91 p=0,009

*Примечание:* p – достоверность различий по критерию Вилкоксона, относительно значений, полученных в 1 сутки исследования до стабилметрического тренинга.

**Сравнительная характеристика показателей временного анализа variability сердечного ритма до начала (фон) и после завершения (7 сутки) курсового тренинга по решению сложной двигательной задачи на стабилометрической платформе**

При оценке показателей временного анализа ВСР под влиянием 7-дневного тренинга с БОС управлением на стабилометрической платформе ST-150 у всех спортсменов нами зарегистрировано значимое увеличение таких временных показателей ВСР, как SDNN – на 8,9 %, RMSSD – на 42,3 %, pNN50 – на 77,1 %, CV – на 25,3 %, а также снижение ЧСС на 10,5 % (рис. 1).

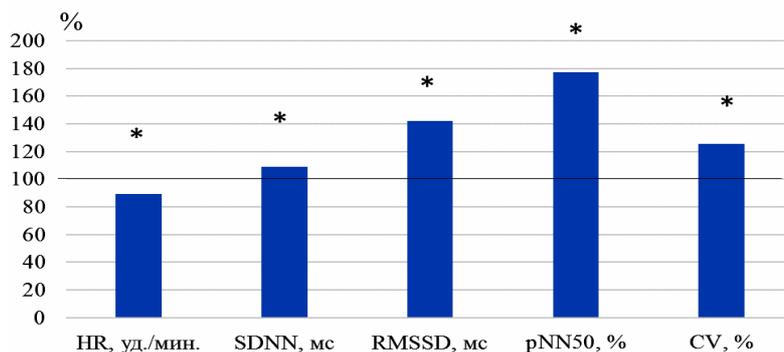


Рис. 1. Изменение показателей временного анализа сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилометрического тренинга (7 сутки), в %, по отношению к значениям, зарегистрированным до начала (фон) тренинга, принятым за 100 %.

*Примечание:* р – достоверность различий по критерию Вилкоксона, относительно значений, полученных в 1 сутки исследования до стабилометрического тренинга.

Известно, что SDNN рассматривается в литературе как показатель, характеризующий ВСР в целом, так, увеличение SDNN в пределах нормальных значений под влиянием семидневного стабилометрического тренинга по решению сложной двигательной-координационной задачи, безусловно, является положительным явлением и свидетельствует о повышении общей ВСР, что свидетельствует об активации вегетативной нервной системы испытуемых спортсменов в ответ на данное воздействие.

Согласно литературным данным [6] увеличение RMSSD и pNN50 свидетельствует об усилении вклада активности парасимпатического отдела ВНС в регуляцию сердечного ритма. Принято считать, что низкий уровень значений коэффициента вариации CV – это положительная тенденция, которая характеризует хорошее состояние сердечно-сосудистой системы, а снижение CV напрямую связано с эффектом тренировок и физической выносливостью. Несмотря на то, что в текущем эксперименте CV увеличивается на 25,3 %, в абсолютных числах этот показатель находится в пределах диапазона 6–8 %, что характерно для атлетов из

различных видов спорта, и данный процесс вполне типичен при появлении новых тренировочных стимулов, коим, в нашем случае, является стабилметрический тренинг [7]. Согласно Л. А. Худяковой и соавт., CV около 7 % является нормой для мужчин до 25 лет [8].

Частота сердечных сокращений, число сердечных сокращений в единицу времени (обычно в минуту), является, пожалуй, наиболее часто и широко оцениваемым, неинвазивным, жизненно важным признаком в клинической практике со времен античности. Один из важнейших эффектов физических нагрузок – повышение функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. Он заключается в экономизации работы сердца в состоянии покоя и повышении резервных возможностей аппарата кровообращения при мышечной деятельности [9], что реализуется в снижении базального уровня ЧСС по сравнению со здоровыми людьми-неспорсменами и составляет менее 70, а нередко и менее 60 уд/мин [10]. Таким образом, снижение под влиянием стабилметрического тренинга может свидетельствовать об улучшении функционального состояния сердечно-сосудистой системы и повышении тонуса парасимпатического отдела ВНС у испытуемых спортсменов в ответ на данное воздействие [8].

Таким образом семидневный тренинг с БОС управлением на стабилметрической платформе приводил к значимому увеличению показателей временного анализа ВСР, что свидетельствует об увеличении функциональных возможностей организма, усилении вагусных влияний на сердечный ритм высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков в ответ на данное воздействие.

**Изменение геометрических показателей variability сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга.** Результаты геометрического анализа свидетельствуют о том, что на седьмые сутки исследования было зарегистрировано достоверное увеличение значений показателя моды кардиоинтервалов на 9,7 % ( $p < 0,05$ ), и вариационного размаха на 21,4 % ( $p < 0,05$ ), а также снижение значений амплитуды моды АМо гистограммы кардиоинтервалов на 19,2 % ( $p < 0,05$ ) (рис. 2).

Исходя из известных нам литературных данных [8], зарегистрированная динамика показателей полностью согласуется с результатами временного анализа. Так, увеличение моды кардиоинтервалов, зарегистрированное нами у испытуемых спортсменов под влиянием семидневного БОС-тренинга, характеризует общее увеличение ВСР у этих испытуемых, в то время как снижение значений амплитуды моды и увеличение вариационного размаха сопоставимо с увеличением CV – о повышении роли ПНС в регуляции ВСР.

Таким образом, результаты геометрического анализа ВСР испытуемых спортсменов свидетельствуют об улучшении адаптационных возможностей организма испытуемых спортсменов под влиянием БОС по опорной реакции.

Методы вариационной пульсометрии также относятся к группе геометрических методов, среди которых стоит выделить индекс напряжения (ИН), рассчитываемый на основе показателя Мо, АМо и ВР и характеризующий состояние центрального

контура регуляции. ИН отличается очень высокой чувствительностью к усилению тонуса симпатической нервной системы: при стрессе или физической нагрузке значение ИН увеличивается в несколько раз [8, 11].

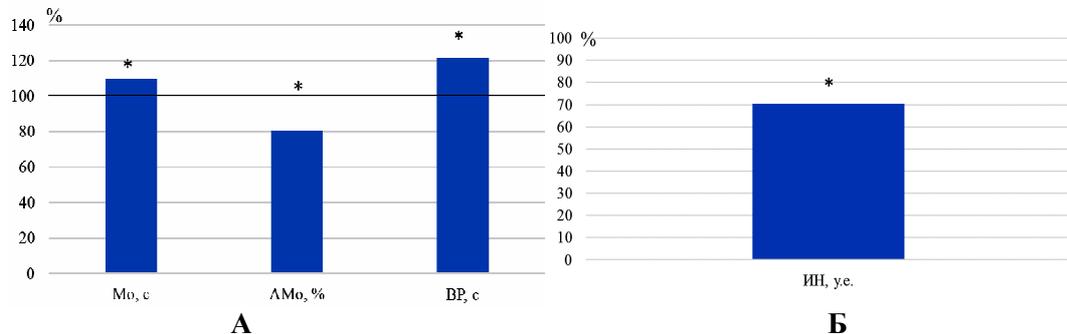


Рис. 2. Изменение показателей геометрического анализа сердечного ритма (А) и индекса напряженности регуляторных систем (Б) у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга (7 сеанс), в %, по отношению к значениям, зарегистрированным в начале (1 сеанс) тренинга, принятым за 100 %.  
*Примечание:* р – достоверность различий по критерию Вилкоксона, относительно значений, полученных в 1 сутки исследования до стабилметрического тренинга.

Результаты настоящего исследования ИН, после 7 сеансов БОС с применением стабилметрии, свидетельствуют о значимом снижении значений данного показателя на 29,6 % ( $p=0,033$ ) под влиянием тренинга с биоуправлением на стабилметрической платформе. Согласно Зиматкина и соавт. [11] ИН может использоваться как показатель вегетативного тонуса. Таким образом, данные о снижении ИН свидетельствуют о том, что БОС по опорной реакции приводило к усилению вагусных влияний на ВНС и установлению более выраженной ваготонии у испытуемых спортсменов-ориентировщиков высшей квалификации.

#### **Изменение спектральных показателей variability сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга**

При анализе спектральных компонентов сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков после 7-дневного тренинга с БОС управлением было зарегистрировано достоверное увеличение значений практически всех изученных показателей спектра ВСП: TP – на 36 % ( $p<0,05$ ), LF – на 37,7 % ( $p<0,05$ ), HF – на 88,2 % ( $p<0,05$ ). Отметим, что снижение VLF на 7,2 % не было достоверным, а носило характер тенденции (рис. 3).

Из литературных данных известно, что показатели спектрального анализа ВСП позволяют оценить по отдельности адренергические и холинергические воздействия на ритм сердца, что невозможно при статистических методах оценки ВСП. Так, изменение HF, традиционно, связывают с вагусной активностью, а LF – с

повышением активации симпатического отдела ВНС. Коэффициент LF/HF характеризует симпатовагальный баланс, а TP – ВСР в целом, общий вклад СНС и ПНС [12].

Таким образом, полученные нами данные подтверждаются данными спектрального анализа ВСР и свидетельствуют о том, что 7-дневный тренинг с БОС управлением на стабилметрической платформе приводит к увеличению общей variability сердечного ритма, активизации парасимпатического контура регуляции, увеличению функциональных возможностей и резервов организма испытуемых спортсменов.

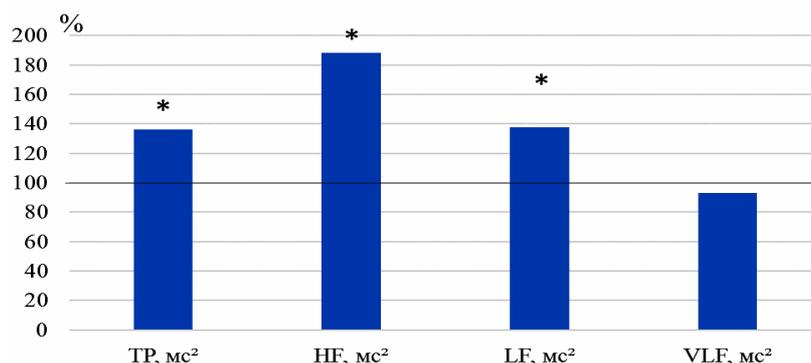


Рис. 3. Изменение показателей спектрального анализа сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга (7 сеанс), в %, по отношению к значениям, зарегистрированным в начале (1 сеанс) тренинга, принятым за 100 %.

*Примечание:* р – достоверность различий по критерию Вилкоксона, относительно значений, полученных в 1 сутки исследования до стабилметрического тренинга.

Таким образом, все исследуемые показатели ВСР, рассчитанные методами статистического, спектрального и геометрического анализа ВСР, однозначно указывают на то, что 7-дневный курс тренинга по решению сложных двигательных задач с БОС по опорной реакции стимулирует увеличение вагусной регуляции сердечного ритма, улучшение адаптационных возможностей и функциональных резервов организма профессиональных спортсменов-ориентировщиков.

Этот факт возможно объяснить с позиции того, что изменения, наблюдаемые в организме испытуемых в ответ на специфические требования по реализации многократно повторяющейся двигательной задачи, как и для многих других физико-химических факторов, происходят на всех уровнях организма. Адекватное снижение напряженности регуляторных систем, усиление вагусной активности на протяжении курса тренингов по решению сложных двигательных задач с биоуправлением на стабилметрической платформе, в данном случае, по нашему мнению, может способствовать повышению уровня эффективности системы контроля заданной позы. При этом, успешность выполнения двигательных

когнитивных тестов на стабилметрической платформе, в том числе, связана с изменением вегетативного статуса испытуемых спортсменов. Полученные в настоящем исследовании данные могут быть использованы при подборе внутренировочных способов повышения эффективности спортивной деятельности у высококвалифицированных спортсменов.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Семидневный тренинг с БОС управлением на стабилметрической платформе приводил к значимому увеличению таких временных показателей ВСР, как SDNN – на 8,9 % ( $p < 0,01$ ), RMSSD – на 42,3 % ( $p < 0,05$ ), рNN50 – на 77,1 % ( $p < 0,05$ ), CV – на 25,3 % ( $p < 0,01$ ), а также снижению ЧСС на 10,5 % ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует об увеличении функциональных возможностей организма спортсменов, усилении вагусных влияний на сердечный ритм.
2. Результаты геометрического анализа показали, что БОС по опорной реакции приводит к достоверному увеличению значений показателя моды кардиоинтервалов на 9,7 %, и увеличению вариационного размаха гистограммы кардиоинтервалов на 21,4 %, а также снижению значений амплитуды моды на 19,2 % и индекса напряжённости регуляторных систем организма на 29,6 % ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует об улучшении адаптационных возможностей организма испытуемых спортсменов под влиянием такого типа биоуправления.
3. Анализ спектральных компонентов сердечного ритма у спортсменов-ориентировщиков после 7-дневного тренинга с БОС управлением показал значимое увеличение TP на 36 %, LF – на 37,7 %, HF – на 88,2 %, а также снижение LF/HF на 28,2 % ( $p < 0,05$ ), которые свидетельствуют об увеличении общей вариабельности сердечного ритма, активизации парасимпатического контура регуляции, увеличении функциональных возможностей и резервов организма испытуемых спортсменов.

*Работа выполнена на базе ЦКП «Экспериментальная физиология и биофизика» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»*

*Исследование выполнено в рамках поддержанного ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» гранта № АААА-А20-120012090164-8*

### **Список литературы**

1. Лях Ю. С. Нейромережевий аналіз показників стабілометрії в діагностиці функціональних станів людини / Ю. С. Лях, Ю. Г. Вихованець // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2011. – Т. 9, № 2. – С. 155–160.
2. Wheat A. L. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review / A. L. Wheat, K. T. Larkin // Applied psychophysiology and biofeedback. – 2010. – Vol. 35, № 3. – P. 229–242.
3. Tobaldini E. Heart rate variability in normal and pathological sleep / E. Tobaldini, L. Nobili, S. Strada [et al.] // Frontiers in physiology. – 2013. – Vol. 4, Art. 294. – P. 1–11.
4. Prinsloo G. E. The effect of short duration heart rate variability (HRV) biofeedback on cognitive performance during laboratory induced cognitive stress / G. E. Prinsloo, H. L. Rauch, M. I. Lambert [et al.] // Applied Cognitive Psychology. – 2011. – Vol. 25, № 5. – P. 792–801.

5. Nunan D. A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults / D. Nunan, G. R. H. Sandercock, D. A. Brodie // *Pacing and clinical electrophysiology*. – 2010. – Vol. 33, № 11. – P. 1407–1417.
6. Прекина В. И. Препараты метаболического действия в комплексной терапии цереброкардиального синдрома при ишемическом инсульте: монография [Электронный ресурс] / В. И. Прекина, О. Г. Самолькина. – Академия Естествознания, 2014. – URL: <https://www.monographies.ru/book/view?id=261> (дата обращения 20. 04. 2020).
7. Flatt A. Improving HRV data interpretation with the coefficient of variation [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://elitehrv.com/improving-hrv-data-interpretation-coefficient-variation> (дата обращения 23. 04. 2020).
8. Худякова Л. А. Исследование variability сердечного ритма с помощью статических и геометрических методов / Л. А. Худякова, А. И. Багатенкова, Д. М. Гончарова [и др.] // *Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування* – 2017. – Вип. 53 (1). – С. 95–103.
9. Теплухин Е. И. Влияние физических упражнений на сердечно-сосудистую систему студентов СГУГиТ / Е. И. Теплухин, В. И. Колесников, О. О. Крыжановская // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2017. – Т. 6, № 2. – С. 120–122.
10. Stratton G. Youth soccer: From science to performance / G. Stratton, T. Reilly, M. Williams, D. Richardson. – Routledge, 2004. – 229 pp.
11. Зиматкина О. С. Метод диагностики соматоформной вегетативной дисфункции у детей: инструкция по применению / О. С. Зиматкина, С. А. Ляликов, С. А. Игумнов. – Минск: УО «Гродненский государственный медицинский университет», ГУ «Республиканский научно-практический центр психического здоровья», 2012. – 12 с.
12. Дмитриева С. Л. Variability сердечного ритма на различных этапах гестационного процесса / С. Л. Дмитриева, С. В. Хлыбова, В. И. Циркин, Г. Н. Ходырев. – Киров: КГМА, КОКПЦ, 2013. – 124 с.

## HEART RATE VARIABILITY IN HIGHLY SKILLED ORIENTEERING ATHLETES WHEN SOLVING COMPLEX MOTOR TASKS

*Biryukova E. A., Yarmolyuk N. S., Mishin N. P., Medjytova A. R., Tkach E. S., Kasyanova E. O.*

*Federal V. I. Vernadsky Crimean University, Simferopol, Russia  
E-mail: biotema@mail.ru*

Currently, the problem of improving the quality of the training process in both professional and novice athletes is a priority for experts in the medical and biological support of sports all over the world. For these purposes, various biofeedback procedures, including the method of solving specialized motor-cognitive tasks on the stabilometric platform [1], have been actively used in recent years as extra-training means to improve sports performance.

At the same time, we should note that one of the most informative biological signals that allow to judge about the change in the functional state of the body of the tested athletes in the process of sports training is the dynamics of heart rate variability (HRV) [2].

HRV analysis is widely used as a non-invasive and reliable tool for assessment of vegetative control of human cardiovascular system [3]. Numerous literature sources confirm the prospect of using this method for the purposes of sports physiology [4].

However, changes in HRV in highly qualified athletes when solving complex motor and cognitive tasks, as of today, still remain unstudied.

The aim of the present study was to assess changes in heart rate variability in highly qualified orienteering athletes when solving complex coordination tasks on biocontrol of a virtual object using a stabilometric platform ST-150.

Seven days training with biofeedback control on the stabilometric platform resulted in a significant increase of such HRV temporal indices as SDNN – by 8,9 % ( $p < 0,01$ ), RMSSD – by 42,3 % ( $p < 0,05$ ), pNN50 – by 77, 1 % ( $p < 0,05$ ), CV – by 25.3 % ( $p < 0,01$ ), as well as heart rate reduction by 10.5 % ( $p < 0,05$ ), which indicates an increase in functional capabilities of the athletes' bodies, strengthening vagus effects on cardiac rhythm.

The results of geometrical analysis have shown that biofeedback according to reference reaction leads to reliable increase of values of index of mode of cardiointervals by 9,7 % and increase of variation range of histogram of cardiointervals by 21,4 % as well as decrease of values of mode amplitude by 19,2 % and tension index of regulatory systems of the body by 29,6 % ( $p < 0,05$ ), which testifies to improvement of adaptation possibilities of the body of tested sportsmen under the influence of this type of biocontrol.

Analysis of spectral components of heart rhythm in orientation athletes after 7-day training with biofeedback control has shown significant increase in TP by 36 %, LF – by 37,7 %, HF – by 88,2 % as well as decrease in LF/HF by 28,2 % ( $p < 0,05$ ), which testify to increase in general variability of heart rhythm, activation of parasympathetic regulation circuit, increase in functional capabilities and reserves of tested athletes organism.

**Keywords:** heart rate variability, stabilometry, biocontrol training, heart rate.

## References

1. Lyakh Y. E., Vihovanets Y. G. Neuro-Regenerative Analysis of Stabilometry Indicators in Diagnostics of Functional Status of People, *Ukrainian Journal of Telemedicine and Medical Telematics*, **9**, **2**, 155 (2011).
2. Wheat A. L., Larkin K. T. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review, *Applied psychophysiology and biofeedback*, **35**, **3**, 229 (2010).
3. Tobaldini E., Nobili L., Strada S. [et al.] Heart rate variability in normal and pathological sleep, *Frontiers in physiology*, **4**, **294**, 1 (2013).
4. Prinsloo G. E., Rauch H. L., Lambert M. I. [et al.] The effect of short duration heart rate variability (HRV) biofeedback on cognitive performance during laboratory induced cognitive stress, *Applied Cognitive Psychology*, **25**, **5**, 792 (2011).
5. Nunan D., Sandercock G. R. H., Brodie D. A. A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults, *Pacing and clinical electrophysiology*, **33**, **11**, 1407 (2010).
6. Prekina V. I., Samolkina O. G. Metabolic preparations in complex therapy of cerebrocardial syndrome in ischemic stroke: monograph [Electronic resource], *Academy of Natural Sciences* (2014) – URL: <https://www.monographies.ru/ru/book/view?id=261> (accessed 20. 04. 2020).
7. Flatt A. Improving HRV data interpretation with the coefficient of variation [Electronic resource], (2017), URL: <https://elitehrv.com/improving-hrv-data-interpretation-coefficient-variation> (accessed 23.04.2020).

8. Khudyakova L. A., Bagatenkova A. I., Goncharova D. M. [et al] Study of heart rhythm variability using static and geometric methods, *Visnik NTUU "KPL". Series Priladobuduvannya*, **53 (1)**, 95 (2017).
9. Teplukhin E. I., Kolesnikov V. I., Kryzhanovskaya O. O. Influence of physical exercises on cardiovascular system of SGUHT students, *Interexpo Geo-Siberia*, **6, 2**, 120 (2017).
10. Stratton G., Reilly T., Williams M., Richardson D. *Youth soccer: From science to performance*, 229 pp. (Routledge, 2004).
11. Zimatkina O. S., Lyalikov S. A., Igumnov S. A. *Diagnostic method of somatoform vegetative dysfunction in children: instructions for use*, 12 p. (Minsk: Educational Establishment "Grodno State Medical University", National Scientific and Practical Center of Mental Health, 2012).
12. Dmitrieva S. L., Khlybova S. V., Tsirkin V. I., Khodyrev G. N. *Cardiac rhythm variability at different stages of the gestational process*, 124 p. (Kirov: KHMA, КОСРС, 2013).