

**СВЕКЛА Олег Викторович**

**КОЛЕДА Виктор Антонович, д-р пед. наук, профессор**

**ЗУБОВСКИЙ Дмитрий Константинович, канд. мед. наук**

*Белорусский государственный университет физической культуры,*

*Минск, Республика Беларусь*

**КРУЧИНСКИЙ Николай Генрихович, д-р мед. наук, доцент**

*Полесский государственный университет,*

*Пинск, Республика Беларусь*

## **ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ФУТБОЛИСТОВ С УЧЕТОМ ИГРОВОГО АМПЛУА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА**

Проанализированы качественные и количественные показатели variability ритма сердца и установлен преобладающий тип вегетативной регуляции у 142 футболистов группы спортивного совершенствования. Исследованы и выявлены особенности состояния автономной нервной системы по качественным и количественным показателям вегетативной регуляции функций сердечного ритма с учетом игрового амплуа футболистов. Проведен статистический и корреляционный анализ полученных результатов обследования с обоснованием необходимости дальнейшего исследования функционального состояния автономной нервной с целью совершенствования тренировочного процесса и его медико-биологического обеспечения.

**Ключевые слова:** ритм сердца; variability; особенность; состояние; регуляция; тип; нервная система; автономная нервная система; симпатическая нервная система; парасимпатическая нервная система; игровое амплуа; футболисты; футбол.

## **ASSESSMENT OF FUNCTIONAL STATE OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN FOOTBALL PLAYERS TAKING INTO ACCOUNT PLAYING POSITION BASED ON HEART RATE VARIABILITY ANALYSIS DATA**

The qualitative and quantitative indicators of heart rate variability have been analyzed and the predominant type of autonomic regulation in 142 football players of the sports improvement group has been established. The features of the state of the autonomic nervous system have been studied and revealed in terms of qualitative and quantitative indicators of the autonomic regulation of the functions of the heart rhythm, taking into account the playing role of football players. Statistical and correlation analysis of the results of the survey have been carried out with justification for the need for further study of the functional state of the autonomic nervous system in order to improve the training process and its medical and biological support.

**Keywords:** heart rate; variability; characteristic; state; regulation; type; nervous system; autonomic nervous system; sympathetic nervous system; parasympathetic nervous system; playing position; football players; football.

**Введение.** Спортивная деятельность эффективна только тогда, когда мастерство атлета отточено до автоматизма, то есть с минимальным участием центральных регулирующих систем. Система с относительно автономными связями в силу независимости ее элементов отличается пластичностью, что облегчает ее приспособление к изменяющимся условиям среды, включая спортивную деятельность [1].

В спортивной практике необходимо учитывать стрессовое воздействие самой

спортивной деятельности на практически все органы и системы организма, вплоть до развития патологии основных систем (сердечно-сосудистая и дыхательная), обеспечивающих профессиональную деятельность [7].

Подготовка спортсменов к соревнованиям, сохранение спортивной формы на протяжении соревновательного периода и выход из него без больших потерь в состоянии здоровья требуют высокого уровня функционирования регуляторных систем организма [6].

С учетом вышеизложенного знание особенностей степени напряжения регуляторных систем у футболистов группы спортивного совершенствования в зависимости от игрового амплуа на основе анализа вариабельности сердечного ритма позволит, на наш взгляд, более эффективно решать задачи оперативного педагогического и врачебного контроля за ходом и корректировкой тренировочного процесса.

Цель исследования – выявить особенности состояния автономной нервной системы по показателям вегетативной регуляции функций футболистов с учетом игрового амплуа на основе анализа вариабельности ритма сердца.

**Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие 142 футболиста группы спортивного совершенствования (юноши 16–18 лет). Испытуемые имели приблизительно одинаковый тренировочный стаж, спортивную квалификацию (I, II разряды) и группу (основная) здоровья. Важной характеристикой обследованных спортсменов являлось отсутствие перенесенных травм, заболеваний, влияющих на интерпретацию полученных результатов. Обследование футболистов проходило в соревновательном периоде годичного тренировочного цикла. В момент исследования были устранены помехи, приводящие к эмоциональному (сведение к минимуму вербального контакта с исследуемыми и посторонними, исключали телефонные звонки и появление в кабинете других лиц) возбуждению. При записи вариабельности сердечного ритма (ВСР) обследуемого фиксировались показатели вдохов и выдохов на фоне беспрепятственного их выполнения.

Регистрация показателей ВСР проводилась методом кардио-интервалографии по Р.М. Баевскому с использованием компьютерного комплекса «Нейрон-Спектр» (Нейрософт, Россия). Оценку состояния механизмов регуляции осуществляли по временным и спектральным характеристикам (основные используемые показатели VLF и SI). Эти показатели

позволяют выявить вклад автономного и центрального контуров регуляции в приспособительные реакции организма [4, 7]. Сравнительный анализ полученных результатов проводили с учетом игрового амплуа футболистов.

Статистическая обработка результатов исследования и корреляционный анализ выполнены с использованием пакетов прикладных компьютерных программ “Microsoft Excel” и “Statistica 12”. Количественные признаки представлены в виде значения медианы. В сравниваемых группах достоверность различий между показателями определяли с помощью критерия Манна – Уитни. Различия считались достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ . Взаимосвязь между различными показателями определялась с помощью ранговой корреляции по Спирману с уровнем  $p < 0,05$ . Согласно классификации силы корреляции [7] взаимосвязь признавалась сильной при значении модуля коэффициента корреляции  $r \geq 0,75$ , умеренной – при  $0,25 < r < 0,75$  и слабой – при  $r \leq 0,25$  [4, 5].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате анализа количественных и качественных показателей ВСР обследованных футболистов разделили на 4 группы исходя из преобладающего типа (автономный или центральный) вегетативной регуляции [6].

Обследованные футболисты группы спортивного совершенствования по типу их амплуа распределились следующим образом: 10 (7,04 %) – вратари (ВР), 53 (37,32 %) – защитники (ЗЩ), 48 (33,8 %) – полузащитники (ПЛЗЩ) и 31 (21,83 %) – нападающие (НАП).

По типу вегетативной регуляции распределение юных футболистов выглядело таким образом: 86 (60,56 %) человек имели III (умеренное преобладание автономной регуляции – УПАР) тип; 35 (24,64 %) спортсменов – IV (выраженное преобладание автономной регуляции – ВПАР) тип; 13 (9,15 %) человек – I (умеренное преобладание центральной регуляции – УПЦР) тип и 8 (5,63 %) обследованных – II (выраженное

преобладание центральной регуляции – ВПЦР).

По результатам обследования футболисты группы спортивного совершенствования в зависимости от их амплуа были проанализированы по наличию достоверности различий в распределении показателей вегетативной регуляции по временным и спектральным показателям ВСР. Так как эмпирические данные продемонстрировали отклонение от нормального распределения, то, соответственно, оценка достоверности полученных результатов потребовала применения критерия Манна – Уитни.

Медианные величины показателей вегетативной регуляции ВСР, отличающихся достоверностью, представлены в таблице.

При анализе представленных в таблице результатов выявлено наличие достоверных различий в функциональном состоянии вегетативной регуляции организма футболистов в зависимости от их амплуа ( $p < 0,05$ ):

– LF% – защитников и полузащитников от нападающих;

– LF/HF – полузащитников и нападающих;

– SI – защитников и нападающих;

– ПАПР – защитников и нападающих;

– RM min, мс – вратарей и защитников;

– LF mx, с – защитников и нападающих.

Также отмечено наличие на уровне тенденции ( $0,05 < p < 0,1$ ), близких показателей к статистически достоверным различиям по следующим показателям:

– HF% – у полузащитников и нападающих;

– LF% – у вратарей и нападающих;

– ЧСС – у полузащитников и нападающих;

– SI – у полузащитников и нападающих;

– ПАПР – у полузащитников и нападающих;

– R-R min, мс – у защитников и нападающих;

– CV, % – у защитников и нападающих;

– HFt, с – у вратарей и полузащитников; у защитников и полузащитников; у полузащитников и нападающих;

– LFav, мс<sup>2</sup>/Гц – у защитников и нападающих.

Ниже представлена характеристика выявленных различий в состоянии вегетативной регуляции у обследованных футболистов в зависимости от амплуа.

*Вратари* из всех обследованных футболистов отличаются наименьшим количеством показателей функционального состояния вегетативной регуляции деятельности организма, достоверно отличающихся относительно таковых у футболистов других игровых амплуа. Это, на наш взгляд, несомненно связано с меньшей численностью вратарей в сравнении с другими амплуа, что затрудняет проведение более детальной статистической обработки результатов. Выявленные в результате обследования достоверные различия распределения показателей вегетативной регуляции у вратарей имелись только по двум показателям относительно группы защитников (RM min, мс, и RM max, мс), которые свидетельствуют о более экономном функционировании сердечной мышцы у защитников. С полузащитниками и нападающими достоверных различий в распределении не наблюдается, имеются лишь два близких к достоверности, на уровне тенденции, различия (LF % и HFt.), что отражает активность симпатических центров продолговатого мозга. Ввиду меньшего относительного вклада симпатических центров и большего парасимпатических (HFt) можно констатировать меньшее напряжение регуляторных систем организма футболистов подгруппы нападения относительно вратарей. Это, по нашему мнению, также связано с большим объемом выполняемых аэробных нагрузок нападающими.

*Защитники* – среди них выявляется наибольшее количество показателей (четыре) достоверно отличающих их от нападающих (LF %, SI, ПАПР и LF mx.), что свидетельствует о меньшем напряжении регуляторных систем у в следствие меньших значений показателей, отражающих

Таблица – Медианные величины статистически значимых различий показателей вегетативной регуляции функций футболистов

Параметр ВСР	Подгруппы наблюдения по амплуа							
	ВР (подгруппа 1)		ЗЩ (подгруппа 2)		ПЛЗЩ (подгруппа 3)		НАП (подгруппа 4)	
	медиана	Р	медиана	Р	медиана	Р	медиана	Р
HF%	43.8 30.7–60.9	–	41.8 30–59.7	–	46.5 34.4–56.25	**4	39.2 28.4–50.6	**3
LF%	21.55 17.3–35.9	**4	27.9 20.6–38.1	*4	27.25 19.05–35.2	*4	33.1 23–40.6	*3,*2,*1
VLF%	27.75 10.9–45.3	–	20 11.5–36.2	–	22.55 15.05–34.25	–	24.2 14.8–40.1	–
LF/HF	0.53 0.32–1.2	–	0.77 0.41–1.1	–	0.605 0.375–0.87	*4	0.9 0.5–1.3	*3
ЧСС	58.45 55–65.4	–	60.4 53.8–64.4	–	57.75 55.35–62.35	**4	59 55.3–69.7	**3
SI	41.7 22.29–92.2	–	34.26 22.59–59.65	*4	40.04 26.21–69.26	**4	49.9 32.5–88.43	**3,*2
ПАПР	33.65 21.1–50.9	–	28 21.4–36.7	*4	30.13 23.25–37.45	**4	34 27.3–45.3	**3,*2
R-R min, мс	809.5 615–920	–	814 708–923	**4	775.5 730–835	–	730 601.5–859.5	**2
CV, %	8.125 7.06–9.29	–	6.45 4.87–8.88	**4	7.66 5.44–10.18	–	7.98 7.025–8.82	**2
RM min, мс	–374.5 –413 – –227	*2	–184 –315 – –117	*1	–257 –375 – –198	–	–260 –363.5 – –130	–
RM max, мс	288 171–390	*2	150 111–218	*1	181 145–240	–	179.5 109–288.5	–
HFt, с	0.3 0.2–0.4	**3	0.3 0.2–0.3	**3	0.2 0.2–0.3	**1,2,3	0.3 0.2–0.3	**3
LFmx, с	31.05 25.2–33.1	–	26.8 16.6–52.3	*4	38.95 18.7–85.5	–	56.25 34.8–84.15	*2
LFav, мс <sup>2</sup> /Гц	9.15 7.1–12.6	–	8.4 5.1–9.4	**4	13.3 7.1–26.9	–	14.35 11.15–26.5	**2

Примечания: \* – достоверные различия ( $p < 0,05$ ); \*\* – различия близкие к достоверным различия ( $0,05 < p < 0,1$ ), т. е. на уровне тенденции; в графах Р указаны различия с подгруппой наблюдения: например, подгруппа ВР по показателю LF% имеет в графе Р обозначение \*\*4 и означает различие близкое к достоверному с подгруппой 4 (НП) и т. д. соответственно.

активность симпатического отдела автономной нервной системы (LF %, ПАПР, LF mx) и степень напряжения регуляторных систем (SI). Подобное состояние характерно для более экономного функционирования сердца ввиду большей продолжительности R-R интервалов и относительно меньшего вклада симпатической нервной системы в регуляцию.

Значение параметра CV% как интегрального показателя суммарного эффекта регуляции ВСР оказалось близким (на уровне тенденции) к достоверному, что

в целом согласуется с данными ранее проведенных исследований [2, 3, 6].

Сравнение состояния ВСР защитников относительно вратарей показало достоверность различий в двух показателях (RM min мс и RM max мс), а различий в распределении исследуемых показателей между защитниками и полузащитниками не выявлено. Отмечен лишь один близкий к достоверности показатель (HF t, с), что свидетельствует об отсутствии различий в функциональном состоянии вегетативной регуляции вратарей и защитников.

Исходя из вышеизложенного мы полагаем, что причиной отсутствия этого у защитников и полузащитников является сходство исполняемых ими функций на поле в отличие от нападающих, что, в свою очередь, определяется требованиями к различным аспектам подготовленности футболистов, влияющих на функциональное состояние вегетативной регуляции организма спортсменов.

*Полузащитники* – о наличии определенных различий в функциональном состоянии вегетативной регуляции у них и у нападающих говорят полученные данные достоверности по двум показателям (LF % и LF/HF), свидетельствующие о меньшей активности симпатической нервной системы полузащитников и, как следствие этого, меньшее напряжение регуляторных систем организма.

По нашему мнению, наличие достоверных различий в функциональном состоянии вегетативной регуляции у футболистов различных амплуа могут быть предпосылкой к различию в исполняемых ими игровых функциях и требованиях к различным сторонам их подготовленности.

В результате статистического анализа корреляционных связей параметров ВСР [2, 3] можно констатировать, что данное количество достоверных и близких к достоверным на уровне тенденции различий распределения исследуемых показателей является достаточным для констатации специфических особенностей функционального состояния организма футболистов различных игровых амплуа.

**Заключение.** Основным результатом проведенного исследования явилось выявление достоверных различий в распределении показателей вегетативной регуляции у футболистов различных игровых амплуа.

Выявлены отличительные особенности функционального состояния автономной нервной системы у полузащитников и защитников относительно нападающих, проявляющиеся низким напряжением регуляторных систем в виду меньшего вклада симпатического отдела нервной системы, более низкого стресс-индекса и большего вклада парасимпатического отдела в регуляцию функций. Описанная картина характерна для наиболее оптимального состояния автономной нервной системы футболистов данных игровых амплуа.

Значимого количества достоверных различий функционального состояния вратарей, относительно футболистов других амплуа, и футболистов подгруппы защиты и полузащиты между собой не выявлено.

С учетом анализа корреляционных связей исследуемых показателей ВСР и результатов ранее выполненных исследований [2, 3] можно заключить, что наличие особенностей вегетативного статуса футболистов различных амплуа необходимо учитывать при выборе наиболее оптимальных методов восстановления и планировании тренировочного процесса футболистов группы спортивного совершенствования, что позволяет концентрироваться именно на узловых механизмах обеспечения спортивной тренировки.

1. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенев. – М. : Медицина, 1997. – 236 с.

2. Бань, А. С. Вегетативный показатель для оценки вариабельности ритма сердца спортсменов / А. С. Бань, Г. М. Загородный // Медицинский журнал. – 2010. – № 4. – С. 127–130.

3. Бань, А. С. Корреляции показателей вариабельности ритма сердца у спортсменов / А. С. Бань, Г. М. Загородный // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – С. 38–42.

4. Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов / С. Н. Пузин [и др.] // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2012. – № 3. – С. 3–5.

5. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта / С. М. Разинкин [и др.] // Спортивная медицина. – 2015. – № 4. – С. 46–55.

6. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : монография / Н. И. Шлык. – Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.

7. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2002. – 312 с.