

УДК 612.766.1: 612.176

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И У ИГРОКОВ В ПЛЯЖНЫЙ ВОЛЕЙБОЛ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОТВЕТСТВЕННЫМ СТАРТАМ

Юлия Александровна Поварещенкова, доктор биологических наук, профессор, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург), Андрей Александрович Козлов, специалист по физической подготовке и функциональной реабилитации, СК «Витязь», Москва

Аннотация

В обследовании приняли участие 6 игроков в пляжный волейбол (16-17 лет, КМС) в период предсоревновательной подготовки (2 недели). Исследовали вариабельность сердечного ритма посредством телеметрического аппаратно-программного комплекса «Omegawave V.4» (Финляндия). Изучение регуляции сердечного ритма было использовано для оценки адаптивной реакции организма спортсменов в период подготовки к ответным соревнованиям. Результаты этого исследования показали, что по мере приближения момента соревнований у спортсменов усиливается симпатическая активность автономной системы регуляции, но уменьшение уровня стресса. Занятия спортом являются стрессорным воздействием, следовательно, повышенная активность симпатической нервной системы служит признаком адекватного адаптивного ответа у спортсменов, что позволяет им мобилизовать и обеспечить организм необходимыми энергетическими ресурсами.

Ключевые слова: пляжный волейбол, вариабельность сердечного ритма, адаптация, физические кондиции.

DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2013.11.105.p128-133

DYNAMIC RESEARCHES OF THE HEART RATE VARIABILITY AMONG THE BEACH VOLLEYBALL PLAYERS WHILE PREPARING FOR RESPONSIBLE COMPETITION

Julia Aleksandrovna Povareschenkova, the doctor of biological sciences, professor, The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Andrei Aleksandrovitch Kozlov, the specialist in physical preparation and functional rehabilitation, Sports Club "Vityaz", Moscow

Annotation

Six players in beach volleyball (16-17 years, the Candidate for the master of sports) took part in the examination during the precompetitive preparation (2 weeks). Heart rate variability data have been collected by using the Omegawave System V.4. (Finland). The study of heart rate regulation has been used to assess the adaptive response adequacy among the athletes training for the important competitions. The group's heart rate variability data among the beach volleyball players at precompetitive stage has shown the decrease in the stress level, which resulted in increasing the influence of the sympathetic nervous system. The results of this study demonstrated that sympathetic regulation prevails in this particular group of the athletes during the training where they are forced to compete. Thus, if one considers sports activities as stress, it can be assumed that the increased activity of the sympathetic nervous system serves as an indication of adequate adaptive response among the athletes, allowing them to mobilize and provide the necessary energy supply for their body.

Keywords: players of beach-volleyball, variability of heart rate, adaptation, physical condition.

ВВЕДЕНИЕ

Игра в пляжный волейбол характеризуется физическими нагрузками околопредельной мощности продолжительностью примерно 8 с, которые чередуются с более длинными периодами отдыха. В течение каждого розыгрыша мяча игрок в пляжный волейбол выполняет приблизительно 0,6 прыжка и 1,6 ускорения, за которое преодолевает-

ся расстояние, в среднем, 5,4 м. Средняя частота выполнения ускорений одно в 15,4 с. Прыжковые движения выполняются через каждые 42 с. Команда-победитель уик-энд турнира играет минимально 7 и максимально 10 матчей. Для представителей пляжного волейбола актуален вопрос адекватности приспособительных реакций организма на физическую, психическую, эмоциональную нагрузку и к воздействиям внешней среды (температуры воздуха, изменения освещенности, силы и направления воздушных потоков, специфики песчаной опоры и т.д.).

Анализ variability сердечного ритма – один из методов, который позволяет определить функциональное состояние регуляторных систем и адаптивные возможности спортсмена. Изменения сердечного ритма в связи с деятельностью механизмов нервно-гуморальной регуляции можно рассматривать как результат активности различных звеньев вегетативной нервной системы, модулирующих сердечную деятельность [1-8]. Изучение реактивности вегетативных структур в динамике тренировочного процесса является актуальным. Цель работы – исследовать динамику сердечного ритма в период учебно-тренировочных сборов и в день ответственных стартов у волейболистов-пляжников.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В обследовании приняли участие 6 волейболистов-пляжников, возраст всех спортсменов на момент исследования – 16-17 лет (масса тела – $78,9 \pm 2,1$ кг; рост – $194,5 \pm 2,47$ см), квалификация – КМС. Игроки – участники исследования являются членами юношеской сборной команды РФ по пляжному волейболу. В работе представлены результаты обследований спортсменов трех команд, полученные на предсоревновательном этапе подготовки и зарегистрированные в день ответственного матча. Деятельность на сборах состояла из общей и специальной физической, технической подготовки в соотношении 40%, 30% и 30% соответственно, $2 \div 2,5$ часа средняя продолжительность тренировочного занятия, которые проходили 2 раза в день 5 раз в неделю и 2 дня – по одной тренировке.

Все испытуемые были предупреждены об условиях исследования и дали письменное информированное согласие на участие в нем в соответствии с Хельсинкской декларацией и нормами международного права. Обработка, анализ и предметное изучение материалов исследования проводилось с использованием программных средств статистических пакетов Статистика 6.0.

Для исследования variability сердечного ритма и оценки текущего физического состояния спортсмена использовали телеметрический аппаратно-программный комплекс «*Omegawave V.4*» (Финляндия), на котором обследование проводится не инвазивно, с формированием заключений с учетом Западных стандартов [7-8] и ориентацией на методологию советских и российских специалистов [1, 3, 4].

2-х минутная регистрация ритма сердца осуществлялась в изолированном от внешнего шума помещении при температуре воздуха $20-22^{\circ}\text{C}$ в положении спортсмена лёжа на спине, с закрытыми глазами, после 5-минутного отдыха (> 100 сердечных комплексов) в 3-х стандартных отведениях. Оценивались временные и частотные параметры ритма сердца в соответствие с «Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use» [8].

Система *Omegawave* собирает данные variability сердечного ритма и ЭКГ, ранжирует их и выводит на основе общее заключение. Соответственно, количественно измеримые данные дают возможность оценить реакцию спортсмена на дозу тренировочной нагрузки, выбранный режим занятий и восстановления, а также эмоциональный стресс.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метод анализа variability сердечного ритма широко используется как в медицинской, так и в спортивной практике для оценки вегетативной регуляции физиологии

ческих функций и позволяет регистрировать сдвиги нейрогуморального равновесия, а также участие симпатического и парасимпатического, нервного и гуморального звеньев в регуляции ритма сердечных сокращений, степень централизации его управления. Исследования вариабельности сердечного ритма спортсменов, специализирующихся в пляжном волейболе ограничены [5].

Среднегрупповые значения частоты пульса в начале подготовительного периода достигали $64,83 \pm 5,05$ уд/мин, в конце данного периода $56,33 \pm 4,7$ уд/мин, в день соревнований – $58,67 \pm 7,62$ уд/мин. По частоте сердечных сокращений невозможно судить о состоянии и степени переносимости тренировочной нагрузки, в связи с тем, что одна и та же частота пульса в покое может соответствовать различное включение систем, регулирующих вегетативный гомеостаз. Поэтому помимо количественной характеристики частоты пульса применялась и качественная характеристика частоты сокращений сердца, определяемая по данным вариабельности сердечного ритма. Регистрируемые показатели вариабельности сердечного ритма отличались в сопоставляемые моменты регистрации.

В таблице 1 представлены характеристики среднегрупповых показателей вариабельности сердечного ритма игроков. У спортсменов регистрировались значения показателя активности механизмов вагусной регуляции на нижней границе нормы (норма – $0,16 \div 0,41$).

Активность механизмов симпатической регуляции находилась ближе к верхней границе нормы (норма – $15 \div 55$) в период сборов, достоверное снижение данного показателя было зафиксировано в день соревнований ($p < 0,05$), что вызвано уменьшением активности механизмов симпатической регуляции более чем в 2 раза сразу у двух спортсменов.

Таблица 1

Характеристика показателей сердечного ритма волейболистов-пляжников

Период исследования	Активность механизмов вагусной регуляции	Активность механизмов симпатической регуляции	Индекс напряжения	Доля аперiodических влияний	Дисперсия амплитуды дыхательных волн
	усл. ед.				
Начало сборов	$0,18 \pm 0,02$	$45,50 \pm 3,67^*$	$162,00 \pm 40,02$	$1,29 \pm 0,17$	$0,03 \pm 0,01$
Завершение сборов	$0,23 \pm 0,05$	$46,00 \pm 11,30$	$173,17 \pm 94,29$	$1,37 \pm 0,15$	$0,03 \pm 0,01$
В день соревнований	$0,28 \pm 0,06$	$30,50 \pm 4,74$	$94,67 \pm 44,83$	$1,31 \pm 0,26$	$0,04 \pm 0,01$

Примечание: * – достоверность различий $p < 0,05$ со значениями дня соревнований

В течение всего периода подготовки к соревнованиям индекс напряжения в среднем по группе находился в пределах нормы, ближе к верхней границе $162,00 \pm 40,02$ усл.ед. в день начала сборов и $173,17 \pm 94,29$ усл.ед. по их завершению (норма – $15 \div 180$ усл.ед.), что трактуется как проявление умеренного напряжения регуляторных систем с тенденцией к повышению активности стресс-реализующих систем. Важно отметить, идеальным считается диапазон $60 \div 120$ усл.ед. [1], а соответственно, значения, зарегистрированные у волейболистов-пляжников, информируют о наличии дистресса. При анализе персональных данных установлено, что у 2-х волейболистов индекс напряжения превышал максимальное значение в 1,5-3 раза в период сборов, а в день соревнований у одного спортсмена данный показатель составлял 245 усл.ед. В день соревнований данный показатель составлял $94,67 \pm 44,83$ усл.ед., это свидетельствует об оптимальном приспособлении систем с позиций физической работоспособности.

Значения доли аперiodических влияний (тонические колебания в организме, не связанные с дыхательными волнами) находились в пределах нормы (норма – $1,25 \div 3,05$). При анализе индивидуальных данных было выявлено наличие показателей ниже нормативных и если на сборах этот факт был зафиксирован у 1-2-х игроков, то в день соревнований только у одного спортсмена рассматриваемый показатель находился в пределах

нормы.

Дисперсия амплитуды дыхательных волн в среднем по группе соответствовала нормативным значениям, и в начале сборов, и по их окончании составляла в среднем по группе $0,03 \pm 0,01$ усл.ед. (норма – $0,018 - 0,054$), в день соревнований $0,04 \pm 0,01$ усл.ед., у одного же волейболиста-пляжника значение дисперсии амплитуды дыхательных волн составляло в этот день $0,076$ усл.ед.

При сравнении показателей сердечного ритма у спортсменов в различные моменты регистрации выявлено увеличение значений SDNN, SDDSD и RMSSD, которые достигают максимума в день соревнований (табл. 2). Данные изменения значений SDNN указывают на повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы у спортсменов. Однако увеличение величины RMSSD в день соревнований сигнализирует об усилении активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, что свидетельствует о некотором повышении регуляторно-адаптивных возможностей в процессе подготовки к ответственным стартам.

Таблица 2

Показатели статистического анализа сердечного ритма волейболистов-пляжников, (M±m)

Период исследования	SDNN	SDDSD	RMSSD
	мс		
Начало сборов	50,12±8,64	79,62±16,14	62,29±12,81
Завершение сборов	61,87±9,94	75,69±13,28	61,76±10,25
В день соревнований	87,19±15,28	143,09±36,51	113,03±27,42

Спектральный анализ ВСР так же выявил различия в уровне функционирования регуляторных систем у волейболистов-пляжников в различные моменты регистрации (табл. 3). Более высокие величины суммарной мощности спектра TP ($p < 0,05$) отражают повышение суммарной активности нейрогуморальных влияний на сердечный ритм ко дню соревнований.

Таблица 3

Показатели спектрального анализа сердечного ритма волейболистов-пляжников

Период	TP, мс ²	LF/HF	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²
Начало сборов	835,62±190,90*	0,35±0,18	615,88±168,43	168,30±67,04*	51,45±15,84*
Завершение сборов	1481,73±284,90	0,97±0,27	721,73±179,77	618,74±142,67*	141,26±32,03*
В день соревнований	2995,65±664,10	0,64±0,20	1877,80±568,56	878,58±246,84	239,27±52,52

Примечание: * – достоверность различий $p < 0,05$ со значениями дня соревнований

Рост мощности спектра высокочастотных компонентов (HF) свидетельствует о возрастающем уровне активности парасимпатического звена вегетативной регуляции в ходе тренировочных мероприятий. Изменение низкочастотного компонента сердечного ритма (LF) в рассматриваемый период говорит о повышении активности вазомоторного центра в управлении ритмом сердца. Нарастание мощности очень низкочастотных колебаний VLF ($p < 0,05$) отражает некоторое увеличение эннегрометаболических процессов ко дню соревнований, что вероятно стоит рассматривать как защитную адаптационную реакцию со стороны вазомоторного центра.

Соотношение относительных значений составляющих спектра variability сердечного ритма у спортсменов во все моменты тестирования соответствовали распределению HF: LF: VLF (рис. 1). На момент начала сборов это соотношение составляло 73: 20: 7 (%), на день завершения сборов – 50: 40: 10 (%), а в день соревнований 59: 32: 9 (%).

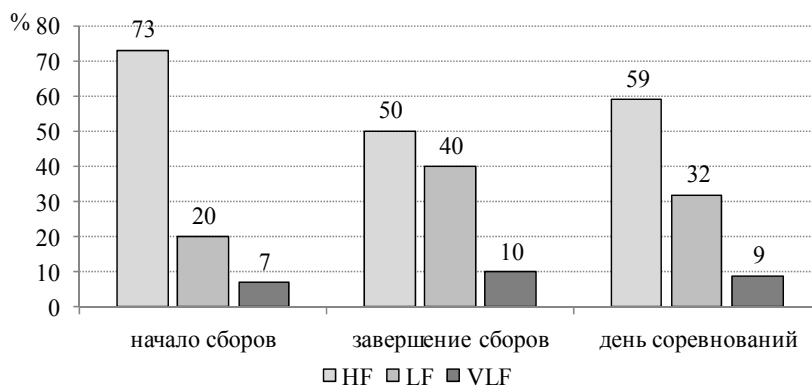


Рис. 1. Относительные значения составляющих спектра variability сердечного ритма у игроков в пляжный волейбол в период предсоревновательной подготовки и в день соревнований, (%)

При этом важно отметить, что хотя тип спектра не меняется, его относительные показатели варьируют и существенно в период сборов HF%, например, снижается на 23,57% ($p < 0.05$), что свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела; LF% увеличивается в 2 раза. Это отражается на индексе вагосимпатического взаимодействия – к концу периода сборов значение LF/HF в среднем по группе знаменует некий баланс активности симпатического и парасимпатических отделов нервной системы, определяющих ВСП, но в день соревнований величина индекса значительно снижается за счет увеличения относительной доли HF-спектра.

Индекс вагосимпатического равновесия (LF/HF) максимальное значение имел в день окончания сборов, а минимальное на момент начала сборов. Полученные результаты указывают на смещение вегетативного баланса в течение учебно-тренировочных сборов и дня соревнований.

ВЫВОДЫ

Известно, что сердечный ритм является своеобразным индикатором нейровегетативной регуляции и позволяет качественно и количественно оценивать состояние симпатического и парасимпатического отделов. Анализ variability сердечного ритма является важным методом для изучения процессов адаптации и управления тренировочным процессом спортсменов при выполнении характерных для них нагрузок.

Игровая нагрузка в пляжном волейболе является специфической в силу воздействия факторов окружающей среды, чего лишены игровые виды спорта, соревнования которых проводятся в закрытых помещениях. В исследовании установлено, что по мере нарастания тренировочного напряжения к концу сборов влияние симпатического отдела усиливается в среднем по группе спортсменов. Усиление активности симпатического отдела вегетативной нервной системы является показателем адекватной адаптивной реакции организма спортсменов, направленной на мобилизацию и обеспечение его энергетическими ресурсами. Динамика значений индексов стресса, утомления, адаптационных резервов указывает на «цену» такой мобилизации – снижение стрессоустойчивости, неполное восстановление и уменьшение адаптационных резервов.

Таким образом, динамика регистрируемых показателей свидетельствует о различной степени напряжения регуляторных механизмов и вегетативных систем. Статистический анализ данных не выявил по большей части достоверно изменяющихся среднегрупповых показателей в различные моменты подготовки. Это в очередной раз указывает на различный вариант управления физиологическими функциями в течение форсированной подготовки к соревнованиям у игроков в пляжный волейбол, а также свидетельствует о

необходимости мониторинга функционального состояния каждого игрока с формирование персональных рекомендаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский, Р.М. Адаптационный потенциал системы кровообращения и вопросы донозологической диагностики / Р.М. Баевский // Проблемы адаптации детского и взрослого организма / под ред. проф. Р.Р. Ширяева. – М. : Медицина, 1990. – 360 с.
2. Заболотских, И.Б. Физиологические аспекты различий стрессорной устойчивости здорового и больного человека / И.Б. Заболотских, В.А. Илюхина. – Краснодар : Изд-во Кубанск. мед. ун-та, 1995. – 101 с.
3. Дизрегуляционная патология : руководство для врачей и биологов / под ред. Г.Н. Крыжановского. – М. : Медицина, 2002. – 632 с.
4. Парин, В.В. Введение в медицинскую кибернетику / В.В. Парин, Р.М. Баевский. – М. : Медицина, 1966. – 220 с.
5. Поварешенкова, Ю.А. Исследование регуляции ритма в оценке адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы представителей пляжного волейбола / А.А. Козлов, Ю.А. Поварешенкова // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 6. – С. 22-25.
6. Хёмберг, С. Пляжный волейбол : руководство / С. Хёмберг, А. Папагеоргиу. – М. : Terra Спорт, 2004. – 328 с.
7. Heart rate variability in elite American track-and-field athletes / D.J. Berkoff, C.B. Cairns, L.D. Sanchez, C.T. Moorman III // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2007. – No. 21 (1). – P. 227-231.
8. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix) // European Heart Journal. – 1996. – No. 17. – P. 354-381.

REFERENCES

1. Baevsky, R.M. (1990), *Adaptive capacity of the circulatory system and the issues prenosological diagnosis*, Medicine, Moscow, Russian Federation.
2. Zabolotskikh, I.B., Ilyuhina, V.A. (1995), *Physiological aspects of stress differences sustainability of healthy and sick persons*, publishing house Kuban Med. University, Krasnodar, Russian Federation.
3. Kryzhanovsky, G.N. (2002), *Dizregulyatsionnaya pathology. A guide for doctors and biologists*, Medicine, Moscow, Russian Federation
4. Parin, V.V. and Bayevsky, R.M. (1966), *Introduction to Medical Cybernetics*, Medicine, Moscow, Russian Federation.
5. Povareschenkova, Y.A. and Kozlov, A.A., (2013), "Investigation of rate regulation in assessing adaptive capacity of the cardiovascular system of representatives of beach volleyball", *Physical therapy and sports medicine*, No.6, pp. 22-25.
6. Hömberg, S., Papageorgiu, A. (2004), *Beach Volleyball. Leadership*, Terra-Sport, Moscow, Russian Federation.
7. Berkoff, D.J., Cairns, C.B., Sanchez, L.D. and Moorman III C.T., (2007) "Heart rate variability in elite American track-and-field athletes", *Journal of Strength and Conditioning Research*, No.21(1), pp. 227-231.
8. "Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix)", (1996), *European Heart Journal*, No.17, pp. 354-381.

Контактная информация: p_j_a@mail.ru, solomaa@gmail.com

Статья поступила в редакцию 14.11.2013.