

Ю. А. Поварёшченкова, А. А. Козлов, И. А. Осетров

Контроль функционального состояния игроков в пляжный волейбол на предсоревновательных сборах

Для исследования variability сердечного ритма и оценки текущего физического состояния игроков в пляжный волейбол во время подготовки к ответственным стартам был использован телеметрический аппаратно-программный комплекс «Omegawave V.4» производства компании Omegawave (Финляндия). Установлено, что по мере приближения периода соревнований у спортсменов усиливается симпатическая активность автономной системы регуляции на фоне оптимизации физических кондиций.

Ключевые слова: пляжный волейбол, предсоревновательный период, variability сердечного ритма, адаптация, физические кондиции.

Ju. A. Povarioshchenkova, A. A. Kozlov, I. A. Osetrov

Control of the Functional State of Beach Volleyball Players in the Precompetition Period

The device Omega Wave Sport System (Finland) was used to analyse the heart rate variability and assess the athlete's current physical status during the period of training before competitions. It is established that as the period of the competition approaches professional beach volleyball players have the increased sympathetic activity of the autonomous system of regulation against the background of the physical condition optimization.

Keywords: beach-volleyball, a precompetition period, variability of the heart rate, adaptation, a physical condition.

Введение

Предельный уровень физических нагрузок при систематических занятиях спортом требует максимальной мобилизации функциональных резервов спортсмена, что сопровождается напряжением и сдвигами в деятельности систем контроля, обеспечения и реализации мышечной работы. Величины этих изменений определяются многими факторами, например, психическими и эмоциональными, но в первую очередь, параметрами выполняемой нагрузки и физическими кондициями спортсменов, которые в комплексе и определяют ответную реакцию всех систем и организма в целом.

Игра в пляжный волейбол по результатам структурного анализа игр лучших немецких национальных команд [5] характеризуется следующими основными параметрами: физическими нагрузками околопредельной мощности продолжительностью в среднем, около 8 с, которые чередуются с более длинными стадиями отдыха. Промежуток между розыгрышами очка длится приблизительно 20 с. В продолжение каждого розыгрыша игрок в пляжный волейбол выполняет приблизительно 0,6 прыжка и 1,6 ускорения, за

которое преодолевается расстояние, в среднем, 5,4 м. Средняя частота выполнения ускорений - одно в 15,4 с. Соответственно, за один час игры спортсмен выполняет 234 беговых ускорений. Прыжковые движения выполняются через каждые 42 с, следовательно, за час игрового времени волейболист делает, в среднем, 85 прыжков. Победитель уик-энд турнира играет минимально 7 и максимально 10 матчей. Следует учесть и тот факт, что каждый матч проходит в специфических внешних условиях. Таким образом, для представителей пляжного волейбола особенно актуален вопрос комплексной оценки физических кондиций в связи с высокими требованиями к адекватности приспособительных реакций организма на физическую, психическую и эмоциональную нагрузку и к воздействиям внешней среды (температуры воздуха, изменения освещенности, силы и направления воздушных потоков, специфики песчаной опоры и т.д.). В данной работе мы исследовали изменения функционального состояния организма волейболистов-пляжников в период учебно-тренировочных сборов, предшествующих соревновательному сезону.

Организация и методика исследования

В обследовании приняли участие 6 волейболистов-пляжников. Возраст всех спортсменов на момент исследования – 16 лет (масса тела – $78,5 \pm 2,2$ кг; рост – $194,5 \pm 2,47$ см), квалификация – КМС. Исследование проводилось на учебно-тренировочном сборе в г. Сиде (Турция) с 16 по 29 декабря 2012 года. Соотношение деятельности: общая физическая, специальная физическая и техническая подготовка 40 %, 30 % и 30 % соответственно; 2,5 часа – средняя продолжительность тренировочного занятия. Все испытуемые были предупреждены об условиях исследования и дали письменное 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 Statistica 6.0.

Для исследования вариабельности сердечного ритма и оценки текущего физического состояния спортсмена использовали телеметрический аппаратно-программный комплекс «*Omegawave V.4*» (Финляндия), на котором обследование проводится не инвазивно, а с формированием заключений с учетом Западных стандартов [6, 8, 9] и ориентацией на методологию советских и российских специалистов [1, 3, 4]. 2-минутная регистрация ритма сердца осуществлялась в изолированном от внешнего шума помещении при температуре воздуха $20\text{--}22^\circ\text{C}$ в положении спортсмена лежа на спине, с закрытыми глазами, после 5-минутного отдыха (>100 сердечных комплексов) в трех стандартных отведениях. Оценивались временные и частотные параметры ритма сердца в соответствии с «Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use».

Функциональное состояние мышечной системы оценивали по количеству прыжков и средней высоте, времени полета и контакта с опорой. Данные показатели регистрировали с тензоплатформы для измерений усилий отталкивания при спортивных исследованиях, которая сопряжена с системой *Omegawave*. Необходимо отметить, что эта система собирает данные вариабельности сердечного ритма, ЭКГ, омега-потенциала и ряда других показателей, затем ранжирует и вводит их в общее заключение, соответственно позволяет получить данные о функциональном состоянии сердечнососудистой и центральной нервной системы спортсмена, об уровне обмена веществ, утомления, стресса и готовности спортсмена; предоставляет количественно измеримые дан-

ные, которые дают возможность оценить реакцию спортсмена на дозу тренировочной нагрузки, выбранный режим занятий и восстановления, а также эмоциональный стресс. В программе *Omegawave* многие индексы оцениваются в усл. ед. и значения нормы составляют от 3 до 7, кроме того, норма выделяется зеленым цветом, переходное состояние – оранжевым, не норма – красным, что упрощает текущий контроль функционального состояния спортсменов и позволяет регулировать физические нагрузки.

Результаты исследования и их обсуждение

Игроки, которые приняли участие в данном исследовании, по результатам учебно-тренировочных сборов вошли в юношескую команду РФ по пляжному волейболу. По правилам соревнований пляжного волейбола в игре участвует команда из двух игроков. Мы представляем результаты обследований спортсменов трех команд. В дальнейшем планируется увеличить выборку за счет женских команд, а также игроков иной квалификации, более старших или младших по возрасту. За период сборов изменились показатели, характеризующие функциональное состояние различных систем организма спортсменов. При сопоставлении данных, полученных в начале и в последний день учебно-тренировочного сбора установлено, что индекс стресса, показатель общего утомления и показатель адаптационных резервов у всех спортсменов снизились на 1–2 усл. ед., а это свидетельствует о мобилизации и напряжении регуляторных систем. При этом текущее состояние ЦНС имело оценку от 5 до 7 баллов, что соответствует диапазону от нормального до оптимального. Индексы, характеризующие состояние системы энергообеспечения к концу учебно-тренировочного сбора приблизились к нижним значениям нормы.

Метод анализа вариабельности сердечного ритма широко используется для оценки вегетативной регуляции физиологических функций и позволяет регистрировать сдвиги нейрогуморального равновесия, участие симпатического и парасимпатического, нервного и гуморального звеньев в регуляции ритма сердечных сокращений, степень централизации его управления. В научной литературе исследований, посвященных особенностям вариабельности сердечного ритма в рамках оценки функционального состояния спортсменов, специализирующихся в пляжном волейболе нами не обнаружено.

Из представленных в табл. 1 результатов видно, что в группе спортсменов регистрируются

значения показателя активности механизмов вагусной регуляции на нижней границе нормы (норма – 0,16–0,41) с незначительным ростом к концу учебно-тренировочного периода.

Таблица 1. Характеристика показателей сердечного ритма волейболистов-пляжников

Дата	Активность механизмов вагусной регуляции	Активность механизмов симпатической регуляции	Индекс напряжения	Доля аперiodических влияний	Дисперсия амплитуды дыхательных волн
14.12.12	0,18±0,02	45,17±3,85	162,00±40,02	1,29±0,17	0,03±0,01
21.12.12	0,22±0,03	48,33±5,87	169,50±77,54	1,96±0,41	0,03±0,00
23.12.12	0,22±0,06	49,00±6,80	178,83±58,11	1,77±0,36	0,03±0,01
25.12.12	0,21±0,04	36,33±6,84	171,50±104,64	1,95±0,47	0,03±0,001
27.12.12	0,26±0,03	36,17±5,86	83,50±30,38	1,54±0,27	0,04±0,01
28.12.12	0,22±0,05	38,33±4,92	129,50±55,80	1,47±0,17	0,03±0,01
29.12.12	0,23±0,05	46,00±11,30	173,17±94,29	1,37±0,15	0,03±0,01

Активность механизмов симпатической регуляции находилась ближе к верхней границе нормы (норма – 15–55). При этом в четвертом тестировании отмечалось некоторое снижение данного показателя, что вызвано уменьшением активности механизмов симпатической регуляции более чем в 2 раза сразу у двух спортсменов. Индекс напряжения в среднем по группе в течение всего периода тестирования также находился в пределах нормы, но ближе к верхней границе 162,00 и 173,17 (норма – 15–180), что понимается как проявление умеренного напряжения регуляторных систем. Однако при анализе персональных данных данным установлено, что периодически у 1–2 волейболистов индекс напряжения превышал максимальное значение в 2–3 раза. Доля аперiodических влияний – это тонические колебания в организме, не связанные с дыхательными волнами – находилась в пределах от 1,29 в начале до 1,37 в конце сборов (норма – 1,25–3,05). Но и здесь при анализе индивидуальных данных было выявлено увеличение показателя выше установленных границ нормы у одного спортсмена, что нашло отражение в умеренном увеличении среднегруппового показателя во 2, 3 и 4 тестировании. Дисперсия амплитуды дыхательных волн в среднем по группе соответствовала нормативным значениям и составляла на протяжении всего периода мониторинга – 0,03 (норма – 0,018–0,054). При этом 25.12 и 27.12 у одного спортсмена указанный показатель превысил установленную норму, а у другого был существенно меньше значения нижней границы нормы.

Выше представленные данные не достоверны - t-критерий для зависимых выборок (paired samples, или dependent samples) $p > 0.05$. На наш

взгляд динамика исследуемых показателей за 2-х недельный период сборов позволяет оценить общие тенденции в изменении регуляторных механизмов сердечнососудистой системы, что позволяет контролировать и вносить коррективы в тренировочный процесс игроков. Мы планируем повторное тестирование на следующих учебно-тренировочных сборах волейболистов-пляжников, что позволит уточнить, дополнить и расширить представления об участии тех или иных механизмов регуляции ритма сердца при напряженной тренировочной предсоревновательной деятельности.

Омега-потенциал – это устойчивый потенциал милливольтового диапазона, включающий класс сверхмедленных физиологических процессов, отличающийся от других видов интенсивностью и устойчивостью во времени. И. Б. Заболотских и В. А. Илюхина (1995) считают, что омега-потенциал является интегральным показателем функционального состояния ЦНС и висцеральных органов. В течение исследования отмечалась относительная устойчивость омега-потенциала. В начале сборов потенциал оперативного покоя составлял 17,91 мВ, в середине сборов достиг значения 20,6 мВ, а конце сборов – 18,78 мВ (нормой являются значения от 0 до +35).

Среднее время простой зрительно-моторной реакции у волейболистов-пляжников в начале учебно-тренировочных сборов составляло 174 мс, к концу – 154 мс ($p < 0.05$). Такое изменение положительно отражается на проявлении элементарных форм быстроты, при этом модуляция индексов функциональной реакции и функциональных возможностей ЦНС находилась в пределах нормы, но индекс устойчивости реакции

свидетельствовал некотором напряжении системы контроля мышечной деятельности (табл. 2).

Таблица 2. Показатели функционального состояния ЦНС волейболистов-пляжников

Дата	ЛВДР, мс	Индекс функциональной реакции	Индекс устойчивости реакции	Индекс функциональных возможностей системы
14.12.12	174±0,01	4,55±0,09	1,73±0,21	3,48±0,22
25.12.12	175±0,004	4,49±0,03	1,78±0,01	3,55±0,03
26.12.12	173±0,01	4,52±0,12	1,50±0,22	3,26±0,24
29.12.12	154±0,01	4,58±0,15	1,71±0,24	3,59±0,27

Для оценки физических кондиций определяли скоростно-силовые качества и прыжковую выносливость, так как эти показатели вносят вклад в успешность соревновательной деятельности игроков в пляжный волейбол. Средняя высота выпрыгивания 5-ти вертикальных прыжков практически не изменилась за период сборов – 56,3 см в начале и по завершении сборов, но высота лучшего прыжка снизилась в среднем по группе на 15,59, см ($p < 0.05$), при этом увеличилось среднее время полета 5-ти прыжков с 588,9 до 598,3 мс ($p < 0.05$).

Анализ данных прыжков за 10 с (табл.3) показал, что среднее время полета сократилось на 32,84 мс ($p < 0.05$), а среднее время контакта с опорой на 160,5 мс ($p < 0.05$), средняя высота полета уменьшилась на 5 см ($p < 0.05$), при этом количество прыжков увеличилось на 2 ($p < 0.05$). Как следствие этих изменений увеличение индекса и бала алактатной мощности за период сборов на 0,33 W/кг и 0,33 ($p > 0.05$).

Таблица 3. Среднегрупповые показатели прыжков за 10 с

Дата	Среднее время полета, мс	Среднее время контакта, мс	Количество прыжков	Средняя высота полета, см	Индекс алактатной мощности, W/кг	Бал алактатной мощности
14.12.12	549,67±19,74	421,33±59,96	11,17±0,72	37,24±2,73	3,81±0,27	1,67±0,37
23.12.12	544,60±25,05	327,00±27,18	12,00±0,45	36,67±3,51	4,11±0,22	2,20±0,58
25.12.12	527,20±26,89	294,20±39,76	12,40±0,60	34,43±3,67	4,12±0,34	2,40±0,75
27.12.12	557,60±22,49	238,20±11,56	13,00±0,32	38,37±3,15	4,71±0,24	3,60±0,68
29.12.12	516,83±29,73	260,83±29,50	13,17±0,82	33,20±4,07	4,14±0,20	2,00±0,57

Показатели прыжковой выносливости за время сборов также изменились (табл. 4): среднее время полета и среднее время контакта с опорой при выполнении прыжков за 60 с сократились на 14,47 мс и 38,43 мс соответственно ($p < 0.05$), средняя высота полета уменьшилась на 1,72 см

($p > 0.05$), как мы полагаем за счет увеличения количества прыжков на 6 ($p < 0.05$). Индекс лактатной мощности не претерпел существенных изменений за период сборов.

Таблица 4. Среднегрупповые показатели прыжков за 60 с

Дата	Среднее время полета, мс	Среднее время контакта, мс	Количество прыжков	Средняя высота полета, см	Индекс лактатной мощности, W/кг
14.12.12	490,67±16,46	264,83±31,37	79,83±2,57	29,65±1,99	3,87±0,29
23.12.12	495,00±22,75	239,60±10,62	81,40±2,58	30,29±2,87	4,02±0,26
25.12.12	484,60±24,46	240,60±14,49	83,20±2,33	29,08±3,06	3,91±0,30
27.12.12	506,17±23,99	223,67±8,61	82,00±2,21	31,70±2,98	4,23±0,28
29.12.12	476,20±16,40	226,40±9,65	85,60±1,89	27,93±1,90	3,89±0,20

Заключение

Данные, полученные при изучении вегетативной регуляции у спортсменов методом математического анализа ритма сердца, показывают, что сердечный ритм является своеобразным индикатором нейровегетативной регуляции и позволяет качественно и количественно оценивать состоя-

ние симпатического и парасимпатического отделов. Среднегрупповые результаты указывают на легкую степень усиления симпатической активности. При этом по мере нарастания тренировочного напряжения к концу сборов влияние симпатического отдела усиливается у некоторых спортсменов, вплоть до генерализации, а у дру-

гих наблюдается уменьшение смешанных типов вегетативного реагирования.

У большинства спортсменов в период форсированной подготовки к соревнованиям отмечается некоторое преобладание симпатического типа регуляции. Следовательно, рассматривая спортивную деятельность как стресс-нагрузку, логично предположить, что усиление активности симпатического отдела вегетативной нервной системы является показателем адекватной адаптивной реакции организма спортсменов, направленной на мобилизацию и обеспечение его энергетическими ресурсами. Таким образом, чем выше

функциональный резерв, тем ниже степень напряжения этих механизмов, необходимая для достижения адекватной адаптации к мышечной деятельности

Выше сказанное позволяет заключить, что нагрузки, которые испытывали игроки в пляжный волейбол за две недели предсоревновательных сборов, вызвали адекватную адаптивную реакцию организма спортсменов. Оптимизация физических кондиций сопровождается напряжением систем регуляции и вегетативного обеспечения мышечной деятельности.

Библиографический список

1. Баевский, Р. М. Адаптационный потенциал системы кровообращения и вопросы донологической диагностики [Текст] / Р. М. Баевский // Проблемы адаптации детского и взрослого организма: Под ред. проф. Р. Р. Ширяева. – М.: Медицина, 1990. – 367 с.
2. Заболотских, И. Б. Физиологические аспекты различий стрессорной устойчивости здорового и больного человека [Текст] / И. Б. Заболотских, В. А. Илюхина. – Краснодар: Кубанский мед. университет, 1995. – 101 с.
3. Крыжановский, Г. Н. Дизрегуляторная патология. Руководство для врачей и биологов [Текст] / под ред. Г. Н. Крыжановского. – М.: Медицина, 2002. – 632 с.
4. Парин, В. В. Введение в медицинскую кибернетику [Текст] / В. В. Парин, Р. М. Баевский – М.: Медицина, 1966. – С. 220.
5. Хемберг, С. Пляжный волейбол. Руководство [Текст] / С. Хемберг, А. Папагеоргиу // М.: Издательство: Terra-Sport, 2004. – 328 с.

6. Berkoff, D. J. 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; 21(1): 227–231
7. 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; 17: 354–381
8. Holman, A. J. Heart rate variability predicts anti-tumor necrosis factor therapy response for inflammatory arthritis / A. J. Holman, E. Ng. – Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical. 2008; 1–12
9. Parrado, E. Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to Detect R-R Intervals at Rest / E. Parrado, M. A. Garcia, J. Ramos [et al.]. – Int J Sports Med. 2010; 1–6

Bibliograficheski spisok

1. Baevskij, R. M. Adaptacionnyj potencial sistemy krovoobrashhenija i voprosy donozologičeskoj diagnostiki [Tekst] / R. M. Baevskij // Problemy adaptacii detskogo i vzroslogo organizma: Pod red. prof. R. R. Shirjaeva. – М.: Medicina, 1990. – 367 s.
2. Zabolotskih, I. B. Fiziologičeskie aspekty razlichij stressornoj ustojčivosti zdorovogo i bol'nogo čeloveka [Tekst] / I. B. Zabolotskih, V. A. Iljuhina. – Krasnodar: Kubanskij med. universitet, 1995. – 101 s.
3. Kryzhanovskij, G. N. Dizreguljacionnaja patologija. Rukovodstvo dlja vrachej i biologov [Tekst] / pod red. G. N. Kryzhanovskogo. – М.: Medicina, 2002. – 632 s.
4. Parin, V. V. Vvedenie v medicinskuju kibernetiku [Tekst] / V. V. Parin, R. M. Baevskij – М.: Medicina, 1966. – S. 220.
5. Hemberg, S. Pljazhnyj volejbol. Rukovodstvo [Tekst] / S. Hemberg, A. Papageorgiu // М.: Izdatel'stvo: Terra-Sport, 2004. – 328 s.
6. Berkoff, D. J. 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; 21(1): 227–231
7. 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; 17: 354–381
8. Holman, A. J. Heart rate variability predicts anti-tumor necrosis factor therapy response for inflammatory arthritis / A. J. Holman, E. Ng. – Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical. 2008; 1–12
9. Parrado, E. Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to Detect R-R Intervals at Rest / E. Parrado, M. A. Garcia, J. Ramos [et al.]. – Int J Sports Med. 2010; 1–6