

Дата публикации: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_7
УДК 796.32; 612.8

Publication date: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_7
UDC 796.32; 612.8

ОЦЕНКА СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ БАСКЕТБОЛИСТОВ ПО ДАННЫМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, К.А. Кротова

Смоленский государственный университет спорта, г. Смоленск, Россия

Аннотация. В работе, методом вариационной пульсометрии на основе полученных результатов о состоянии регуляторных процессов, проведена оценка соревновательной выносливости баскетболистов до и после соревнований. Скрытые резервные возможности функциональных систем организма оценивали по результатам ортотеста. У игроков с высоким игровым рейтингом регистрируется адекватная реакция на ортостаз, при низком рейтинге появляется парадоксальная реакция с элементами дезадаптации регуляторных механизмов. Выявлены четыре типа вегетативной регуляции сердечного ритма, из которых чаще других встречается умеренное доминирование автономного механизма регуляции. Показано, что соревновательная выносливость находится в тесной взаимосвязи с показателями игрового рейтинга.

Ключевые слова: баскетбол, вариабельность сердечного ритма, игровой рейтинг.

ASSESSMENT OF COMPETITIVE ENDURANCE OF BASKETBALL PLAYERS ACCORDING TO HEART RATE VARIABILITY

F.B. Litvin, T.M. Bruk, K.A. Krotova

Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

Annotation. In this study, we used the variational pulsometry method, based on the results obtained on the state of regulatory processes, to assess the competitive endurance of basketball players before and after the competition. The latent reserve capabilities of the functional systems of the body were evaluated according to the orthotest results. Players with a high gaming rating have an adequate reaction to orthostasis, those with a low rating have a paradoxical reaction with elements of maladaptation of regulatory mechanisms. Four types of autonomic regulation of the heart rate have been identified, of which moderate dominance of the autonomous regulation mechanism is more common than others. It is shown that competitive endurance is closely correlated with the indicators of the game rating.

Keywords: basketball, heart rate variability, game rating.

Введение. Спорт занимает существенное место в жизни студентов. Тренировочный режим и отдых в массовом спорте определяется заданными условиями учебного процесса в ВУЗе [1]. Физиологические резервы спортсмена совместно с тренировочным процессом определяют успех спортивной деятельности [2]. Баскетбол относится к нестандартным или ситуационным видам спорта с преобладанием динамической скоростно-силовой работы переменной мощности. В баскетболе предусматривается чередование интенсивных включений с выполнением

передач, бросков и ведений. Применение таких тренировочных нагрузок позволяет добиться высоких спортивных результатов. Однако подобного рода тренировки нуждаются в строгом медико-биологическом контроле. В спортивной науке анализ вариабельности ритма сердца является одним из перспективных методов, используемых для оценки физической тренированности, контроля тренировочного процесса и выявления состояния перетренированности спортсменов. При исследовании вариабельности сердечного ритма анализу подвергается автоматизм синусового узла, напрямую

зависящий от состояния регуляторных систем организма и степени его уравновешенности с внешней средой [1, 3]. Ритм сердечных сокращений, регулируемый через отделы симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы, чутко реагирует на стрессовые воздействия [3-4]. Ортостатический тест является информативным методом оценки состояния функциональных механизмов регуляции кровообращения, а также скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы [4]. При переходе тела из горизонтального положения в вертикальное в нижней его половине депонируется значительное количество крови, в результате чего ухудшается венозный возврат крови к сердцу, и, следовательно, на 20-30% уменьшается выброс крови [4-5]. В норме при вертикализации в наибольшей степени снижается мощность высокочастотных компонентов и в меньшей – мощность низкочастотных и ультранизкочастотных волн. [6]. Ортотест с учетом показателей variability сердечного ритма позволяет оценить стартовую готовность спортсменов, имеет несомненное диагностическое значение при оценке адаптивных реакций на физические нагрузки, способствует выявлению скрытых ранних нарушений в сердечно-сосудистой системе, а также позволяет рационально управлять тренировочным процессом [1, 5].

Цель исследования: оценить уровень соревновательной выносливости по показателям ВСР у баскетболистов с разным игровым рейтингом.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие 18 студентов-баскетболистов ФГБОУ ВО СГУС в возрасте от 18 до 23 лет, с уровнем спортивной квалификации 1 спортивный разряд и кандидат в мастера спорта (КМС). Обследование проводилось до и после соревнований в утренние часы. Перед проведением обследования, для исключения неверных результатов, все спортсмены в течение 15 минут находились в состоянии

покоя. Полученные данные всех обследованных баскетболистов регистрировались в индивидуальный протокол.

Регистрацию ритмокардиограммы проводили на аппарате “Dinamika-100” с программой «Омега. Медицина» (г. Санкт-Петербург). Исследование проводилось в 2 этапа:

1) исходная регистрация ритмограммы в покое в положении лежа на спине и непосредственно после вертикализации спортсмена до соревнований;

2) после соревнований регистрировали кардиоритмограмму вначале в клиностазе и после в ортостазе.

Запись кардиоритмограммы осуществлялась в течение 300 кардиоциклов. Проводили оценку спектральных показателей variability ритма сердца. Рассчитывали частотные параметры мощности в ультранизкочастотном (VLF, мс) диапазоне, анализировали общую мощность спектра (TP, мс), а также оценивали индекс напряжения (ИН, у.е.).

Для статистической обработки полученных данных использовали электронные таблицы с пакетом программ “Microsoft Office” и компонентов “Excel” версий 2013 с последующей статистической обработкой. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. В задачу исследования входила оценка состояния регуляторных механизмов сердечной деятельности после соревновательного периода продолжительностью 7 дней. Предполагалось, что динамика показателей ВСР, которые являются маркерами утомления и перетренированности, может быть успешно использована для оценки соревновательной выносливости. Исходя из этого, нами проанализированы изменения показателей ВСР, по которым определяют тип вегетативной регуляции сердечного ритма [3] у баскетболистов до и после соревновательного периода.

Из таблицы 1 видно, что накануне соревнований в ответ на ортостатическую

пробу в среднем по группе достоверно снижается показатель TP на 42% ($p < 0,05$), VLF – на 24% ($p < 0,05$), повышается интегральный показатель напряженности регуляторных систем (ИН) – на 63% ($p < 0,05$), что многими исследователями рассматривается как адекватная реакция с высокими адаптационными возможностями [5, 7].

После соревнований реакция на ортостаз претерпевает изменения, т.е. регистрируется гипореактивность на ортостаз по показателю TP – 5% ($p > 0,05$), гиперреактивность по показателю ИН – 138% ($p < 0,05$) и парадоксальная реакция по показателю VLF на 20% ($p < 0,05$). Выявленная динамика изученных характеристик свидетельствует о снижении соревновательной выносливости баскетболистов. С учетом типологических особенностей у 63% регистрируется III тип, у 25% – IV тип и у 13% – I тип регуляции. Отметим, что III тип регуляции встречается у баскетболистов всех игровых амплуа, IV тип встречается у защитников, I тип – у одного из разыгрывающих. После завершения соревнований происходит «выравнивание» по типам, а именно в 100% случаев баскетболисты имеют III тип регуляции. Следовательно, у одних испытуемых после соревнований умеренная централизация управления СР (сердечным ритмом) сменяется на умеренное доминирование автономного контура регуляции, а у других

выраженное доминирование автономного механизма переходит в умеренный тип регуляции. Появление оптимального типа вегетативной регуляции с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип) подтверждает известное положение о том, что именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления. Включение в процесс управления центрального контура дестабилизирует управляемую систему (организм), особенно когда выражена высокая активность центрального контура, который полностью подавляет процессы саморегуляции [7-8]. Несмотря на принадлежность к III типу регуляции у каждого из баскетболистов, в зависимости от игрового рейтинга, за время соревнований происходят существенные изменения по отдельным показателям. Установлено, что в ответ на ортостаз качество и выраженность реакции регуляторных систем зависит от уровня игрового рейтинга. Согласно результатам исследования у игроков с высоким рейтингом в ортостазе неблагоприятные реакции отсутствуют как до, так и после соревнований. В частности, до соревнований перевод в ортостаз сопровождается повышением в 2,2 раза ($p < 0,05$) показателя ИН, снижением в 1,2 раза ($p > 0,05$) показателя TP и достоверным снижением в 2,8 раза ($p < 0,05$) показателя VLF (табл. 2).

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма у баскетболистов на клиноортостатическое воздействие ($M \pm m$)

Положение тела	Показатели ВСР		
	TP, мс	VLF, мс	ИН, у.е.
до соревнований			
клиностаз	5654±240	2246±105	48,63±4,59
ортостаз	3973±162	1814±82	80,05±7,01
p	p<0,05	p<0,05	p<0,05
после соревнований			
клиностаз	4048±213	1435±60	41,75±3,88
ортостаз	3865±180	1718±74	100,06±9,63
p	p>0,05	p<0,05	p<0,05

Примечание: ИН – индекс напряжения; TP – показатель суммарной мощности спектра; VLF – спектральная мощность очень низкочастотных колебаний; p – достоверность различий ($p < 0,05$)

Таблица 2

Динамика показателей ВСР у баскетболистов в зависимости от игрового амплуа и соревновательного рейтинга ($M \pm m$)

Игровое амплуа	Рейтинг, балл	Положение тела	Показатели ВСР до соревнований			Показатели ВСР после соревнований		
			ИН, у. е.	TP, мс	VLF, мс	ИН, у. е.	TP, мс	VLF, мс
форвард	18 высокий	клиностаз	37,1± 4,63	3537± 389	2400± 750	51,1± 5,74	1957± 293	2028± 805
		ортостаз	80,2± 9,86	2899± 263	843± 304	106,5± 10,09	1040± 144	663± 230
защитник	7 средний	клиностаз	61,2± 5,88	2049± 255	347± 125	48,1± 5,89	4358± 419	721± 220
		ортостаз	74,4± 6,92	2423± 281	1021± 303	79,3± 6,11	3240± 307	546± 173
разыгрывающий	3 низкий	клиностаз	83,6± 8,10	2893± 345	1124± 411	26,5± 4,68	4534± 480	1238± 451
		ортостаз	47,9± 5,27	4300± 422	1140± 465	138,9± 12,31	2701± 309	816± 296

Примечание: ИН – индекс напряжения; TP – показатель суммарной мощности спектра; VLF – спектральная мощность очень низкочастотных колебаний

Следует отметить, что в литературе динамика показателя VLF трактуется по-разному. По мнению одних [3, 8, 9], рост его величины отражает усиление гиперадаптивной реакции, другие [10] указывают на энергетическое истощение организма. В нашем случае реакция на ортостаз формируется преимущественно за счет симпатического канала управления сердечным ритмом без видимого участия высших корково-гуморальных центров. Речь идет о сохранении адаптивных возможностей организма баскетболистов. Устойчивый уровень функционирования у баскетболистов с высоким игровым рейтингом сохраняется и в постсоревновательный период. При переходе в ортостаз направленность и величина реакции сохраняется. Так, показатель ИН повышается в 2,1 раза ($p < 0,05$), суммарная мощность спектра снижается в 1,9 раза ($p < 0,05$), а вклад очень низкочастотных колебаний снижается в 3,1 раза ($p < 0,05$). У игроков со средним рейтингом до соревнований при переходе в ортостаз наблюдаются разнонаправленные реакции

со стороны регуляторных механизмов. При этом парадоксально в 2,9 раза ($p < 0,05$) повышается спектральная мощность VLF колебаний и недостоверно в 1,1 раза ($p > 0,05$) показателя TP. Недостаточна роль симпатического контура регуляции с ростом показателя ИН в 1,2 раза ($p > 0,05$). Гиперреактивность высших корково-гуморальных центров в ответ на ортостаз следует рассматривать как повышенное психоэмоциональное состояние игроков, формирующееся на фоне неуверенности в соревновательном процессе. В постсоревновательный период у игроков со средним рейтингом восстанавливается адекватная реакция регуляторных механизмов на ортостаз, которая проявляется достоверным ростом в 1,6 раза ($p < 0,05$) ИН и недостоверным снижением в 1,3 раза ($p > 0,05$) показателей TP и VLF. У баскетболистов с низким рейтингом независимо от этапа исследования реакция на ортостаз протекает по парадоксальному типу с понижением показателя ИН и повышением показателей TP и VLF. Как отмечает Самикулин П.Н. [11],

нарастание VLF при интенсивном тренировочном процессе указывает на выраженную перетренированность и свидетельствует о напряжении адаптационных механизмов при неадекватных физических нагрузках. В частности, до соревнований показатель ИН снижается в 1,7 раза ($p < 0,05$), показатель TP повышается в 1,5 раза ($p < 0,05$), существенных изменений показателя VLF не выявлено. После соревнований в ортостазе отмечается гиперреактивность симпатического звена регуляции с ростом ИН в 5,2 раза ($p < 0,05$), показатель TP снижается в 1,7 раза ($p < 0,05$), VLF недостоверно снижается в 1,5 раза ($p > 0,05$). В целом, для баскетболистов с низким игровым рейтингом

характерны низкие функциональные возможности организма с признаками дезадаптации.

Заключение. Показано, что исследование и анализ ВСР у баскетболистов до и после соревнований дают объективную информацию о состоянии механизмов регуляции сердечной деятельности на разных уровнях нейрогуморальной регуляции. Наибольшей соревновательной выносливостью обладают игроки с высоким соревновательным рейтингом. По мере снижения рейтинга повышается напряженность со стороны регуляторных механизмов, иногда переходящая в дезадаптацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаханова, А. В. Студенческий спорт, адаптация, кардиореспираторная система / А. В. Шаханова, С. С. Гречишкина. – Майкоп: Адыгейский государственный университет, 2015. – 155 с.
2. Макаров, Ю. М. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов-представителей игровых видов спорта / Ю. М. Макаров, Ю. А. Поварщеникова, В. И. Пазушко // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 2(110). – С. 15-19.
3. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и гемодинамика у юных спортсменов с разными типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе // Материалы XXI Съезда Физиологического общества имени И.П. Павлова. – Москва, Калуга, 2010. – С. 700-701.
4. Воронов, Н. А. Регуляция кровообращения при ортостазе и психоэмоциональном напряжении у юных волейболисток под влиянием высоких тренировочных нагрузок: Автореф. дисс. канд. биол. наук / Николай Андреевич Воронов. – Ярославль, 2010. – 27 с.
5. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значений MxDMn у лыжниц-гонщиц в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. 2020. – Т. 8. – № 1. – С. 83-96.
6. Баевский, Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108-127.
7. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р. М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 2. – С. 70-82.
8. Флейшман, А. Н. Медленные колебания гемодинамики: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике / А. Н. Флейшман. – Новосибирск: Наука, 1998. – 264 с.
9. Хаспекова, Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: дисс. ... д-ра мед. наук / Нина Борисовна Хаспекова. – М., 1996. – 236с.
10. Гуштурова, И. В. Исследование школьной тревожности у подростков 15 лет с различным уровнем двигательной подготовленности в Удмуртской республике в условиях самоизоляции / И. В. Гуштурова, И. И. Шумихина, В. Л. Исаева // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2021. – Т. 16. – № 1. – С. 74-80.
11. Изменения вариабельности ритма сердца в ответ на мышечную нагрузку и их взаимосвязь с концентрацией стероидных гормонов у юношей с различной спецификой тренированности / П.Н. Самикулин, А.В. Грязных, Р.В. Кучин, Н.Д. Нененко // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 33-45.

REFERENCES

1. Shakhanova A.V. Grechishkina S.S. Student sport, adaptation, cardiorespiratory system.

- Majkop: Adyghe State University, 2015. 155 p. (in Russ.)
2. Makarov Yu.M., Povareshchenkova Yu.A., Pazushko V.I. Heart rate variability in athletes – representatives of game sports. *Physical Therapy and Sports Medicine*, 2013, no. 2(110), pp. 15-19. (in Russ.)
 3. Shlyk N.I. Heart rate and hemodynamics in young athletes with different types of autonomic regulation in the training process. Materials of the XXI Congress of the I.P. Pavlov Physiological Society. Moscow, Kaluga, 2010. pp. 700-701. (in Russ.)
 4. Voronov N.A. Regulation of blood circulation in orthostasis and psycho-emotional stress in young volleyball players under the influence of high training loads: an author's abstract. Yaroslavl, 2010. 27 p. (in Russ.)
 5. Shlyk N.I. Heart rate variability at rest and orthostasis at different ranges of MxDMn values in female skiers in the training process. *Science and Sports: Modern Tendencies*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 83-96. (in Russ.)
 6. Baevskij R.M. Heart rate variability: theoretical aspects and possibilities of clinical application. *Ultrasound and Functional Diagnostics*, 2001, no. 3, pp. 108-127. (in Russ.)
 7. Baevskij R.M. Analysis of heart rate variability in space medicine. *Human Physiology*, 2002, vol. 28, no. 2, pp. 70-82. (in Russ.)
 8. Flejshman A.N. Slow fluctuations of hemodynamics: theory, practical application in clinical medicine and prevention. Novosibirsk: Nauka, 1998. 264 p. (in Russ.)
 9. Khaspekova N.B. Regulation of heart rate variability in healthy and patients with psychogenic and organic brain pathology: dissertation. Moscow, 1996. 236 p. (in Russ.)
 10. Gushturova I.V., Shumikhina I.I., Isaeva V.L. Study of school anxiety in 15-year-olds with different levels of motor fitness in the Udmurt Republic in conditions of self-isolation. *Pedagogical, Psychological and Biomedical Issues of Physical Culture and Sports*, 2021, vol. 16, no. 1, pp. 74-80. (in Russ.)
 11. Samikulin P.N., Gryaznykh A.V., Kuchin R.V., Nenenko N.D. Changes in heart rate variability in response to muscle load and their relationship with the concentration of steroid hormones in young men with different specifics of fitness. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 33-45. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Федор Борисович Литвин – доктор биологических наук, профессор, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.

Татьяна Михайловна Брук – доктор биологических наук, профессор, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск.

Кристина Александровна Кротова – аспирант кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Fedor Borisovich Litvin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Smolensk State University of Sports, Smolensk, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.

Tat'yana Mikhailovna Bruk – Doctor of Biological Sciences, Professor, Smolensk State University of Sports, Smolensk.

Kristina Aleksandrovna Krotova – Post-Graduate Student of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk.

Для цитирования: Литвин, Ф. Б. Оценка соревновательной выносливости баскетболистов по данным вариабельности сердечного ритма / Ф. Б. Литвин, Т. М. Брук, К. А. Кротова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_7

For citation: Litvin F.B., Bruk T.M., Krotova K.A. Assessment of competitive endurance of basketball players according to heart rate variability. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_7