

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОКОНТРОЛЯ СПОРТСМЕНОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СПОРТИВНЫХ ЧАСОВ

УДК/UDC 796.015.5

Поступила в редакцию 24.05.2023 г.



Информация для связи с автором:
e_gorbunov@bk.ru

Кандидат технических наук **Е.Д. Горбунов¹**
Кандидат педагогических наук, доцент **А.В. Кубеев¹**
В.А. Матина²

¹Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва

²Спортивный комплекс «Мегаспорт», Москва

ORGANIZATION OF SELF-CONTROL OF ATHLETES BASED ON THE APPLICATION OF MODERN SPORTS WATCHES

PhD **E.D. Gorbunov¹**
PhD, Associate Professor **A.V. Kubeev¹**
V.A. Matina²

¹Federal Science Center of Physical Culture and Sport (VNIIFK), Moscow

²Sports complex "Megasport", Moscow

Аннотация

Цель исследования – оценить возможность использования показателей самоконтроля, измеряемых с помощью современных спортивных часов с оптическим датчиком, в практике спортивной подготовки спортсменов высокого класса.

Методика и организация исследования. В эксперименте приняли участие двое здоровых мужчин со спортивной квалификацией «первый спортивный разряд» по велосипедному спорту и лыжным гонкам. Эксперимент проводился в течение трех месяцев с июня по август 2022 г. Испытуемые осуществляли самоконтроль индивидуальных ночных показателей пульса и сна путем их измерения одновременно двумя спортивными часами, надежными на запястье каждого испытуемого в строгом соответствии с рекомендациями производителя. В качестве технической основы для проведения исследования были выбраны спортивные часы системы Polar (разработчик – Polar Electro Oy, Финляндия, страна производитель – Китай).

Результаты исследования и выводы. Основные результаты эксперимента продемонстрировали низкую надежность измерений показателей частоты сердечных сокращений, сна и состояния вегетативной нервной системы, получаемых спортивными часами системы Polar с оптическим датчиком. Использование спортсменами высокого класса в практике самоконтроля указанных показателей, измеряемых с использованием спортивных часов с оптическими датчиками, представляется метрологически необоснованным.

Ключевые слова: самоконтроль, мониторинг, спортивные часы, оптический датчик, погрешность измерений.

Abstract

Objective of the study was to evaluate the possibility of using self-control indicators measured using modern sports watches with an optical sensor in the practice of sports training of high-class athletes.

Methods and structure of the study. Two healthy men with sports qualifications of "first sports category" in cycling and cross-country skiing took part in the experiment. The experiment was carried out over three months from June to August 2022. The subjects self-monitored individual nighttime heart rate and sleep indicators by measuring them simultaneously with two sports watches worn on the wrist of each subject in strict accordance with the manufacturer's recommendations. As a technical basis for the study, sports watches of the Polar system were chosen (developed by Polar Electro Oy, Finland, country of origin – China).

Results and conclusions. The main results of the experiment demonstrated the low reliability of measurements of heart rate, sleep and the state of the autonomic nervous system obtained by Polar sports watches with an optical sensor. The use of these indicators by high-class athletes in monitoring self-control using the method of an optical sensor of a sports watch seems to be metrologically unfounded.

Keywords: self-control, monitoring, sports watch, optical sensor, measurement error.

Введение. Индивидуальный контроль спортсменом своего самочувствия, переносимости физических нагрузок в ходе многолетней спортивной карьеры является одним из основных инструментов управления качеством функциональной подготовленности и обеспечения эффективной реализации программы спортивной подготовки.

В практике проведения самоконтроля спортсмены чаще всего используют инструментальные показатели, оцениваемые на основе пульсометрии: вариабельность сердечного ритма (BCP), средняя частота сердечных сокращений (ЧСС) в утренние часы при различных положениях тела (ортостатическая проба) и др. [3].

В последнее время с развитием индивидуальных портативных технических средств пульсометрии (специальные спортивные часы, фитнес-браслеты и трекеры, далее – спортивные часы), способных осуществлять круглосуточный мони-

торинг ЧСС, все больший интерес для практики представляют показатели, измеряемые во время сна. Потенциальным преимуществом таких измерений является то, что их результаты могут быть в меньшей степени подвержены влиянию внешних возмущений, а также быть устойчивее за счет усреднения значений показателей на больших отрезках времени (обычно до 4 часов), по сравнению с проведением измерений в период бодрствования. Кроме того, современными спортивными часами на основе показаний оптических датчиков пульса и акселерометров, встроенных в часы, измеряются и показатели сна [1, 5, 6].

Гипотезой настоящего исследования являлось то, что каждая модель спортивных часов, обладая уже изначально некоторой величиной погрешности измерения показателя ЧСС при физической работе, может иметь также погрешность при измерении показателей самоконтроля, фиксируемых во вре-

мя сна (ЧСС, ВСР и иные параметры). Оценка величины погрешности измерения показателей самоконтроля с использованием оптических датчиков пульса может иметь критически важное значение с точки зрения применения спортивных часов в спортивной практике. Вместе с тем является принципиальным то, что повседневное и повсеместное использование спортивных часов спортсменами высокого класса в своей спортивной подготовке должно базироваться на уверенности в надежности и добротности измеряемых с помощью спортивных часов количественных показателей.

Не подвергая сомнению теоретическую обоснованность ценности и целесообразности применения пульсометрии для самоконтроля, представляет особый интерес исключительно прикладной аспект, который заключается в оценке применимости возможностей современных спортивных часов с учетом комплексного влияния всех факторов, определяющих погрешность измерений.

С учетом высказанных выше положений **цель настоящего исследования** сформулирована следующим образом: оценить возможность использования показателей самоконтроля, измеряемых с помощью современных спортивных часов с оптическим датчиком, в практике спортивной подготовки спортсменов высокого класса.

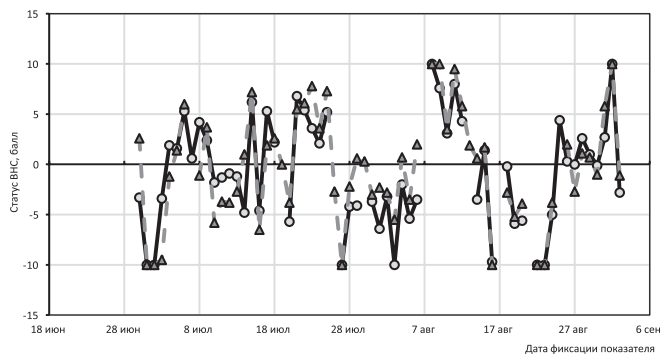
Методика и организация исследования. В рамках исследования был проведен эксперимент, в котором приняли участие двое здоровых мужчин со спортивной квалификацией «первый спортивный разряд» по велосипедному спорту и лыжным гонкам. Эксперимент проводился в течение трех месяцев с июня по август 2022 года. Испытуемые осуществляли самоконтроль индивидуальных ночных показателей пульса и сна путем их измерения одновременно двумя спортивными часами, надетыми на запястье каждого испытуемого в строгом соответствии с рекомендациями производителя. Программа спортивной подготовки испытуемых включала два-три тренировочных занятия циклической направленности в неделю продолжительностью от 1,5 до 3 часов различной интенсивности.

В качестве технической основы для проведения исследования нами были выбраны спортивные часы системы *Polar* (разработчик – *Polar Electro Oy*, Финляндия, страна производитель – Китай). В эксперименте использовались модели часов *Polar: Ignite, Vantage M2* и *Vantage V2* [4].

Спортивные часы *Polar* позволяют фиксировать множество показателей, среди которых для оценок погрешностей были выбраны: статус вегетативной нервной системы (ВНС) – производный показатель, рассчитываемый на основе средней ЧСС, ВСР и частоты дыхания спортсмена за время сна; средняя ЧСС за время сна; минимальная ЧСС за время сна; вариабельность сердечного ритма за время сна; средняя частота вдохов (ЧД); общая и фактическая продолжительности сна; статус сна (производный показатель, рассчитываемый на основе общей и фактической продолжительностей сна, продолжительности различных фаз сна и др.).

На основе статистической обработки парных измерений были получены оценки погрешности измерений показателей.

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе данных было принято во внимание, что оптический датчик спортивных часов измеряет прямым путем, собственно, всего один параметр в части пульсометрии – интервал времени между соседними сердечными сокращениями или кардиоинтервал *RR*. Все остальные показатели, связанные с пульсометрией, в том числе и указанные выше, получаются расчетным путем по внутренним алгоритмам системы *Polar* на основе особенностей изменения единичной длительности в последовательности кардиоинтервалов *RR*.



Динамика результатов одновременных измерений показателя «статус вегетативной нервной системы» испытуемого А. двумя моделями пульсометров *Polar Ignite* и *Polar Vantage M2*

В ходе исследования уже первые результаты измерений подтвердили первоначально выдвинутую гипотезу о наличии погрешностей измерения выбранных объективных показателей самоконтроля. На рисунке представлен график изменений показателя статуса ВНС (диапазон возможных значений показателя «статус ВНС» составляет от минус 10 до плюс 10) для испытуемого, осуществлявшего одновременные измерения параметра с помощью спортивных часов *Polar Ignite* и *Polar Vantage M2*.

Безусловно допуская, что точность измерения показателей пульсометрии у различных моделей часов даже одного производителя может различаться, тем не менее, наблюдаемые на рисунке величины расхождения явно имеют очень существенный уровень, объяснить которые исключительно отличиями в моделях часов не представляется возможным.

Отметим, что кроме непосредственного расхождения значений измеряемых показателей на практике не редки были случаи, когда измерения в принципе не были зафиксированы в памяти спортивных часов, то есть спортивные часы не показывали вовсе никаких результатов. При этом «срыв» измерений не происходил на двух часах одновременно. В целом доля неуспешных измерений в ходе эксперимента составила 8,7%.

В качестве характеристики точности проводимых измерений нами выбрана приведенная погрешность, представляющая собой отношение ширины доверительного интервала измеряемой величины к размаху ее выборки. Выбор данного показателя обусловлен тем, что размах выборки характеризует разброс измеряемой величины между наилучшим и наихудшим функциональными состояниями спортсмена. Исходя из этого приведенная погрешность выражает точность оценки функционального состояния спортсмена. Доверительные интервалы в свою очередь рассчитывались для двух значений вероятностей: 0,9 и 0,95. В данном случае значение 0,9 предложено использовать в качестве опорного в ходе тренировочного процесса в подготовительном периоде, где ошибочное суждение о действительном значении показателей самоконтроля не столь значимо, а значение 0,95 предлагается использовать для соревновательного периода.

Отметим, что вариативность величин измеряемых показателей у различных спортсменов может существенно различаться. С учетом этого нами были рассчитаны приведенные погрешности для десяти спортсменов высокой квалификации (уровня кандидата в мастера спорта по велоспорту шоссе и выше), которые одновременно с проводимым нами экспериментом на регулярной основе использовали спортивные часы *Polar Ignite* для одиночных измерений показателей самоконтроля. Среди этих спортсменов нами были выделены трое: со средним (спортсмен 1), максимальным (спортсмен 2) и минимальным (спортсмен 3) разбросами измеряемых показателей. Результаты расчетов представлены в таблице.

Оценки приведенных погрешностей измерений показателей самоконтроля спортсмена, %

Доверительные вероятности	Спортсмены	Измеряемые показатели самоконтроля, %							
		Статус ВНС	ЧСС ср.	BCP	ЧД	Чссмин	Статус сна	Время сна	
								Общее	Фактическое
0,9	Спортсмен 1	22,8	14,0	8,6	12,3	10,2	32,5	28,3	30,5
	Спортсмен 2	22,8	7,9	8,6	15,8	11,5	36,7	27,8	34,9
	Спортсмен 3	22,8	24,6	16,8	23,1	16,7	49,3	28,8	41,8
0,95	Спортсмен 1	29,3	18,0	11,1	15,7	13,1	41,8	36,3	39,1
	Спортсмен 2	29,3	10,1	11,1	20,3	14,7	47,1	35,7	44,8
	Спортсмен 3	29,3	31,6	21,6	29,6	21,4	63,2	36,9	53,7

Анализ полученных результатов расчетов показывает, что даже при доверительной вероятности 0,9 точность измерения показателей состояния ВНС и сна позволяет скорее качественно характеризовать функциональное состояние спортсмена, нежели количественно. А при более высокой доверительной вероятности 0,95 лишь показатели минимальной, средней ЧСС и BCP измеряются с условно приемлемой точностью. Погрешность измерения остальных показателей в целом сопоставима с размахом выборки и потому получаемые оценки объективных показателей не могут быть использованы на практике. В совокупности с не самой высокой надежностью измерений это ставит под сомнение целесообразность применения спортивных часов с оптическим датчиком в практике самоконтроля на современном техническом уровне их развития.

Выводы:

- выявлена низкая надежность получаемых измерений показателей частоты сердечных сокращений, сна и состояния ВНС спортивными часами системой Polar с оптическим датчиком;
- исходя из оценок погрешностей измерения в практике самоконтроля допустимо использовать лишь показатели средней ЧСС, минимальной ЧСС и BCP и только в целях качественной оценки состояния спортсмена (например, по обобщенным категориям типа: «отличное», «хорошее», «удовлетворительное», «неудовлетворительное»);
- следует с особой осторожностью использовать измеряемые показатели самоконтроля для спортсменов с низкой ночной вариативностью показателей пульсометрии ввиду того, что погрешности измерения сопоставимы по своей величине с диапазонами возможных значений измеряемых параметров;
- в практике самоконтроля для повышения достоверности оценки функционального состояния спортсмена измеряемые спортивными часами показатели средней ЧСС, минимальной ЧСС и BCP рационально применять в комплексе с субъективной оценкой спортсменом своего самочувствия.

С учетом того факта, что Polar являются одним из признанных мировых лидеров в технологиях разработки и использо-

вания оптических датчиков пульса в спорте, а также принимая во внимание результаты известных сравнительных оценок точностей измерения пульса спортивными часами других производителей, можно заключить, что основные результаты проведенных исследований могут быть обобщены по отношению к применению оптической пульсометрии в самоконтроле в целом, вне зависимости от применяемых спортсменами марок и моделей спортивных часов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00036-23-01 (код темы № 001-22/2).

Литература

1. Петров А.М. Нейробиология сна: современный взгляд: учебное пособие / А.М. Петров, А.Р. Гиниатуллин. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2012. – 109 с.
2. Приказ Министерств труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.03.2019 № 194н «Об утверждении профессионального стандарта «спортсмен».
3. Спортивная медицина: [Учеб. для ин-тов физ. культуры / Н.Д. Граевская, В.Л. Карпман, В.Б. Лемус и др.]; Под общ. ред. В.Л. Карпмана. – 2-е изд., перераб. – Москва: Физкультура и спорт, 1987. – 303 с.
4. POLAR. – URL: <https://www.polar.com/en/all-watches> (дата обращения: 23.03.2023).

References

1. Petrov A.M., Giniatullin A.R. Neurobiology of sleep: a modern view [Neurobiology of sleep: a modern view]. Study guide. Kazan: Kazanskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet publ., 2012. 109 p.
2. Prikaz Ministerstv truda i sotsialnoy zashchity Rossiyskoy Federatsii ot 28.03.2019 № 194n «Ob utverzhdenii professionalnogo standartar «sportsmen» [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation dated March 28, 2019 No. 194n “On approval of the professional standard “athlete”].
3. Graevskaya N.D., Karpman V.L., Lemus V.B. et al. Sportivnaya meditsina [Sports medicine]. Textbook. V.L. Karpman [ed.]. 2nd ed., rev. Moscow: Fizkultura i sport publ., 1987. 303 p.
4. POLAR. Available at: <https://www.polar.com/en/all-watches> (date of access: 03.23.2023).
5. Shcherbina A., Mattsson C.M., Waggott D., Salisbury H., Christle J.W., Hastie T., Wheeler M.T., Ashley E.A. Accuracy in Wrist-Worn, Sensor-Based Measurements of Heart Rate and Energy Expenditure in a Diverse Cohort. J Pers Med. 2017 May 24;7(2):3.
6. Wang R., Blackburn G., Desai M. et al. Accuracy of Wrist-Worn Heart Rate Monitors. JAMA Cardiol.2017;2(1):104-106.

НОВЫЕ КНИГИ

БЕЗБОРОДОВ А.А. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА: ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО БАСКЕТБОЛУ / А.А. БЕЗБОРОДОВ, С.А. БЕЗБОРОДОВ. – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ: ЛАНЬ, 2023. – 112 С. – ISBN 978-5-507-45207-1.

Данное пособие содержит практические занятия по учебной дисциплине «Физическая культура», раздел «Баскетбол». В нем изложен теоретический и практический материал по освоению технико-тактическими действиями, приведены различные упражнения на развитие физических качеств баскетболиста. Предназначено для студентов вузов и преподавателей физической культуры различных учебных заведений.