

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА СПОРТА

УДК 796.01:61

DOI 10.5930/1994-4683-2025-12-96-102

Экспериментальное обоснование перспективы использования Sleep Cycle и Polar Vantage V в спортивной сомнологии

Вётош Александр Николаевич, доктор биологических наук, доцент
Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация

Цель исследования – обоснование возможностей использования сомно-трекеров для мониторинга, анализа и индивидуальной коррекции сна спортсменов.

Методы и организация исследования. Использованы приложение для смартфона Sleep Cycle, спортивные часы Polar Vantage V, клиническая полисомнография, методы математической статистики.

Результаты исследования и выводы. В ходе экспериментов и анализа полученных данных выявлено достоверное совпадение значений времени пребывания в постели, полного времени сна и эффективности сна испытуемых, зарегистрированных параллельно выпеняванными методами. Спортивные часы Polar Vantage V в опытах достоверно регистрировали также суммарное время кратковременных пробуждений. Полученные результаты позволяют сделать заключение о появлении в методическом арсенале спортивной сомнологии нового, аппаратного, неинвазивного метода регистрации и анализа репрезентативных характеристик сна спортсменов.

Ключевые слова: спортивная медицина, сомнологические параметры, полисомнография, сомно-трекеры.

Experimental justification of the prospects for using Sleep Cycle and Polar Vantage V in sports somnology

Vetosh Aleksandr Nikolaevich, doctor of biological sciences, associate professor
Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg
Abstract

The purpose of the study is to justify the potential use of sleep trackers for monitoring, analyzing, and individually adjusting the sleep of athletes.

Research methods and organization. The smartphone application Sleep Cycle, the Polar Vantage V sports watch, clinical polysomnography, and methods of mathematical statistics were used.

Research results and conclusions. During the experiments and the analysis of the obtained data, a significant correlation was found between the values of time spent in bed, total sleep time, and sleep efficiency of the participants, as recorded simultaneously by the aforementioned methods. In the experiments, Polar Vantage V sports watches also reliably recorded the total duration of brief awakenings. The results obtained allow us to conclude that a new, hardware-based, non-invasive method for recording and analyzing representative sleep characteristics of athletes has emerged in the methodological toolkit of sports somnology.

Keywords: sports medicine, somnological parameters, polysomnography, sleep trackers.

ВВЕДЕНИЕ. Сон в суточном цикле организма здорового человека обычно составляет 30%. Сон – это форма покоя, эволюционно приобретённая многоклеточными бионтами и имеющая сложную временную, пространственную и структурную организацию с участием нервных и гормональных регуляторных механизмов [1]. Дэвид Ренделл в своей монографии «Наука сна» позиционировал этот важнейший компонент фазы восстановления, как последний резерв повышения результативности спортивной деятельности, до сих пор в недостаточной степени используемый спортсменами и тренерами [2]. До конца 1950-х годов прошлого века нейрофизиологи изучали феномен сна в основном этологически. Благодаря электрографическим исследованиям В. Дементы и М. Жуве удалось выделить количественные временные и структурные параметры сна здорового и больного организма человека и

животных. Предложенный классиками метод регистрации сомнологической активности был назван полисомнографией (ПСГ). Он открыл большие перспективы для современной клинической сомнологии [3]. Уже в 1976 г. на кафедре физиологии ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта было выполнено первое в СССР экспериментальное исследование в области спортивной сомнологии. Последние 8 лет сомнологические исследования в нашем Университете возобновились. Количество научных публикаций по спортивной сомнологии в зарубежных журналах удваивается каждые 5 лет.

Важнейшей задачей спортивной сомнологии является корректная регистрация параметров сомнологической активности спортсмена во всей полноте их проявлений. Современная каноническая классификация этих параметров насчитывает более 16 позиций, среди них время пребывания в постели, общее время сна, эффективность сна, время засыпания и т. д. Второй по важности задачей в спортивной сомнологии принято считать квалифицированный мануальный и автоматический анализ полученных физиологических и клинических данных о состоянии спящего организма. В клинической сомнологии эту работу выполняет специально обученный опытный врач.

Отличительной особенностью спортивной сомнологии является то, что сомнологическое обследование и ведение спортсменов проводится не в условиях медицинского стационара, а на фоне проживания в общежитии, на спортивных сборах или в гостинице в период соревнований. С точки зрения специалистов по современной классической клинической сомнологии, сон испытуемых в вышеуказанных условиях уже испытывает влияние «нерезидентных стрессовых факторов». Оппоненты пуритически настроенных клиницистов из числа практикующих спортивных сомнологов обращают внимание на цветущий молодой возраст своих подопечных и их высокий порог чувствительности к действию мешающих здоровому сну факторов.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Методические проблемы спортивной сомнологии тесно связаны с задачами, которые требуют решения в этой специфической области физиологии спорта. Первая проблема обусловлена неудовлетворительной совместимостью полисомнографии (ПСГ), которая в клинической сомнологии считается «золотым стандартом» мониторинга состояния организма спящего, с требованиями минимальной инвазивности размещения на голове и теле спортсмена электродов для регистрации сомнологических параметров.

Полноценно выспаться с двумя десятками датчиков на голове, лице и шее – проблематично. Пациенты с инсомнией это терпят. А здоровым людям датчики мешают заснуть и оптимально выспаться, что приводит к ранним пробуждениям. Именно этим можно объяснить, почему между первыми сомнологическими опытами нашей кафедры в 1976 г. и нынешним периодом возрождения спортивно-сомнологических исследований прошло 40 лет. Дело в том, что к 2016 году появились широкодоступные, бесплатные приложения для смартфонов и multifunctional спортивные часы, позволяющие на первый взгляд адекватно, точно и неинвазивно регистрировать временные и структурные параметры сна пользователей. Сомнологическое сообщество с большим интересом ждёт результатов сравнения смартфонных акустическомнограмм и фотоплетизмографических данных, регистрируемых спортивными часами, с синхронными полисомнографическими данными.

В настоящем исследовании было выполнено такое сравнение. В испытаниях приняли участие 8 практически здоровых молодых женщин со средним возрастом $19,8 \pm 1,47$ лет, ростом $165 \pm 4,3$ см, индексом массы тела $18,8 \pm 1,76$, систолическим давлением в покое $110,5 \pm 9,5$ мм рт. ст., диастолическим давлением в тех же условиях $69,7 \pm 6,2$ мм рт. ст. На 4–5-й день от начала индивидуального овариально-менструального цикла каждая из них проходила двухдневное обследование во Всероссийском Центре экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова.

Бесплатное приложение Sleep Cycle устанавливали на смартфон за 30 дней до предполагаемой даты полисомнографического обследования. Испытуемые осваивали несложные правила пользования, регистрировали свои еженощные сомнограммы, учились фиксировать сомнографические параметры индивидуального сна, анализировать их и пополнять персональную базу данных. Первая ночь для каждой испытуемой в стационаре сомнологической лаборатории Центра была адаптационной. На следующий вечер в тех же условиях проводили параллельную регистрацию сна испытуемых методом классической многоканальной электрографической полисомнографии с использованием оборудования фирмы Nicolet и с помощью приложения для смартфона Sleep Cycle. Последующая обработка и сравнение полученных двумя способами данных производились по 16 параметрам международной полисомнографической классификации стадий сна [4].

Аналогичным образом было проведено сравнение результатов регистрации сна у спортсменов с помощью спортивных часов Polar Vantage V и классической клинической полисомнографии. В нём принимала участие вторая группа из 8 спортсменок по вышеописанной процедуре. Физиолого-анатомические характеристики испытуемых были сходны с аналогичными параметрами предыдущей группы. Средний возраст $19,9 \pm 2,65$ лет, рост $171 \pm 5,7$ см, индекс массы тела $18,4 \pm 2,11$, систолическое артериальное давление в покое $112,3 \pm 8,2$ мм рт. ст., диастолическое артериальное давление в покое $67,4 \pm 5,6$ мм рт. ст. При планировании двукратного посещения стационара сомнологической лаборатории для синхронной регистрации сна с помощью спортивных часов Polar Vantage V и ПСГ также выбирался 4–5-й день от начала индивидуального овариально-менструального цикла.

В обоих случаях результаты сравнения сомнологических параметров статистически обрабатывались с применением пакета прикладных программ Microsoft Excel для Windows и методов описательной статистики и ранговой корреляции по Спирмену в рамках ресурсов пакета программ IBM SPSS Statistics 23. В итоговых таблицах данные представлены в виде средних арифметических значений \pm величин среднеквадратических отклонений: $m \pm \sigma$ и дополнены величинами межквартильного разброса IQR [Q1; Q3] и коэффициента корреляции K для всех сравниваемых сомнологических параметров. Сходство соотносимых данных считали статистически значимым при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Перспективы поиска формата минимальной инвазивности средств мониторинга параметров функционального состояния человека во сне оказались непосредственно связаны с оснаждающим прогрессом в области разработки и внедрения в коммерческую практику новых, всё более совершенных аппаратных и программных способов регистрации и обработки сомнологической активности человека [5, 6].

Одним из таких современных неинвазивных средств мониторинга параметров сна является бесплатное приложение для смартфона Sleep Cycle, которое дистанционно регистрирует акустическую активность спящего человека, разработано для операционных систем Android и iOS, имеет рыночный рейтинг 4.7 и доступно для пользователей более 9 лет. У молодых практически здоровых испытуемых синхронно регистрировали характеристики сна с помощью Sleep Cycle и методом классической полисомнографии, а затем анализировали степень совпадения 16 параметров, регламентированных международной ассоциацией сомнологов.

В таблице 1 представлены те из этих параметров, которые характеризовались в исследовании высокими коэффициентами корреляции между данными, полученными при параллельной регистрации сна с помощью смартфона и ПСГ.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сомнологических параметров, полученных с помощью Sleep Cycle и ПСГ

№ п/п	Наименование параметра сравнения	Данные полисомнографии			Данные Sleep Cycle			Корреляционные отношения	
		m	±σ	IQR	m	±σ	IQR	K	p
1	Общее время пребывания в состоянии сна (TST) [мин]	448,0	14,0	27,5	429,5	47,1	104	0,899	0,05
2	Время пребывания в постели (TIB) [мин]	478,8	3,4	6,25	482,2	3,3	4,5	0,882	0,05
3	Эффективность сна (SE) [%]	93,6	3,0	5,64	88,8	9,8	21,6	0,829	0,05

Остальные сомнологические параметры (длительность первого цикла сна, суммарное время пребывания в различных фазах сна, суммарное время кратковременных пробуждений и т.д.) имели коэффициенты корреляции $K \leq 0,588$ и были признаны невалидными.

Вторым современным неинвазивным средством регистрации и анализа параметров сна спортсменов, валидизацию которого также провели по отношению к «золотому» сомнологическому стандарту – ПСГ, являются спортивные часы Polar Vantage V.

Эту марку спортивных часов выбрали в связи с тем, что они, по мнению специалистов, хорошо зарекомендовали себя в практике современной физической культуры и спорта высших достижений. Эти часы класса премиум с минимальной степенью инвазивности надежно регистрируют пульсовую активность спящего человека и используются в широкой спортивной практике уже более 8 лет.

В таблице 2 представлены сомнологические параметры, которые характеризовались в исследовании высокими коэффициентами корреляции между данными, полученными при параллельной регистрации сна с помощью Polar Vantage V и ПСГ. Остальные сомнологические параметры, характеризующие главным образом структурные характеристики сна спортсменов, имели коэффициенты корреляции $K \leq 0,429$ и были признаны невалидными.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика сомнологических параметров, полученных с помощью Polar Vantage V и ПСГ

№ п/п	Наименование параметра сравнения	Данные полисомнографии			Данные Polar Vantage V			Корреляционные отношения	
		m	±б	IQR	m	±б	IQR	K	p
1	Общее время пребывания в состоянии сна (TST) [мин]	418,6	27,6	37,0	442,3	8,5	43,0	0,821	0,05
2	Время пребывания в постели (TIB) [мин]	479,1	1,4	7,0	470,7	3,3	16,0	0,631	>0,05
3	Эффективность сна (SE) [%]	87,3	5,7	7,3	95,3	0,8	3,0	0,730	>0,05
4	Суммарное время «кратковременных пробуждений» (WDS) [мин]	26,9	20,5	18,0	22,4	4,1	13,0	0,991	0,01

Анализ данных, приведённых в таблице 1, позволил считать достоверно совпадающими для ПСГ и Sleep Cycle значения общего времени пребывания в состоянии сна (TST), времени пребывания в постели (TIB) и эффективности сна (SE). Таким образом, приложение для смартфона Sleep Cycle можно применять в спортивной практике для адекватной регистрации TST, TIB и SE с целью количественной оценки эффективности ночной фазы процесса восстановления после спортивных тренировок.

Результаты сравнения данных, представленных в таблице 2, показали высокую степень корреляции временных сомнологических параметров TST, TIB, SE и суммарного времени кратковременных пробуждений (WDS), полученных двумя способами измерения. Следовательно, спортивные часы Polar Vantage V можно применять для регистрации и анализа таких временных сомнологических параметров, как общее время пребывания в состоянии сна (TST), время пребывания в постели (TIB), эффективность сна (SE) и суммарное время кратковременных пробуждений за ночь (WDS). Регистрация и анализ этих сомнологических параметров дадут возможность спортсменам и тренерам оперативно вносить коррективы в планы тренировочной и соревновательной подготовки.

Публикации, посвященные результатам сравнения сомнологических параметров, полученных с помощью приложения для смартфона Sleep Cycle и посредством ПСГ, появились в зарубежной литературе в последние 10 лет. Так, Bhat S., Ferraris A., Gupta D. с соавторами в 2015 году завершили валидизацию Sleep Cycle на двадцати взрослых субъектах (среди них было 8 женщин) с возрастным диапазоном от 22 до 57 лет. Это были больные с различными нарушениями сна. Организаторы исследования требовали от испытуемых установить на персональные смартфоны приложение Sleep Cycle и в течение минимум пяти ночей регистрировать свой

сон в условиях домашнего проживания, прежде чем исследование переместилось в сомнологическую клинику. В условиях сомнологического стационара каждому испытуемому предложили стандартную для медицинского центра штата Нью-Джерси процедуру клинической полисомнографии. Мобильное приложение и полисомнограф перед отходом ко сну были активированы одновременно для синхронного накопления сомнологических параметров. Утром испытуемые просыпались либо спонтанно, либо по сигналу будильника. Момент пробуждения фиксировался специальной отметкой на многоканальной записи полиграфа. Расшифровку полисомнограммы выполнял специально обученный врач-сомнолог [7].

В исследовании Bhat S., Ferraris A., Gupta D. с соавторами, в наибольшей степени похожем на наше, авторы пришли к выводу, что время в постели, общее время сна и эффективность сна для испытуемых их выборки оказались максимально близки при полисомнографической и смартфонной регистрации. Структурные сомнологические параметры (продолжительность лёгкого, глубокого сна, суммарное время сна с быстрыми движениями глаз и др.) приложение для смартфона регистрировало с высокой погрешностью. Примерно такие же результаты были получены в более поздних работах по корректной валидации Sleep Cycle [8, 9].

Описание попытки валидации Polar Vantage V удалось найти только в одном случае. Miller D., Sargent C., Roach G. в 2022 году опубликовали данные о сравнении сомнологических параметров, полученных полисомнографически и с помощью Polar Vantage V [10]. Авторы привлекли 26 женщин и 27 мужчин в возрасте $25,4 \pm 5,9$ лет к стандартной процедуре сравнения показаний полисомнографа и Polar Vantage V. Степень совпадения данных для общего времени сна составила 89%. Степени совпадения для структурных сомнологических параметров были значительно меньше и колебались в пределах 33–60%.

ВЫВОДЫ. Сравнение результатов регистрации сна молодых, практически здоровых испытуемых методом классической полисомнографии и с помощью приложения для смартфона Sleep Cycle или спортивных часов Polar Vantage V позволило получить высокие коэффициенты корреляции между данными для таких временных сомнологических параметров, как время в постели, общее время сна, эффективность сна для обоих верифицируемых сомнотрекеров. Кроме того, часы Polar, в отличие от Sleep Cycle, с высокой степенью точности регистрировали также суммарное время кратковременных пробуждений спортсменов. Связь между остальными, преимущественно структурными параметрами сна, зарегистрированными в синхронном режиме (в сравнении с записью ПСГ), имела в данном исследовании значения коэффициентов корреляции менее 0,6. Этот факт заставляет с осторожностью, граничащей с недоверием, относиться в будущем к структурным характеристикам сна, полученным с помощью Sleep Cycle или Polar Vantage V. Временные же характеристики сна, такие как время в постели, общее время сна, эффективность сна и, в случае применения часов марки Polar, суммарное время кратковременных пробуждений, можно обоснованно использовать для регистрации и анализа сна спортсменов в тренировочные и соревновательные периоды спортивной практики. Данные независимых зарубежных исследований подтверждают полученные результаты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бирбаумер Н., Шмидт Р. Ф. Ритм сна-бодрствования и внимание // Физиология человека с основами патофизиологии. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021. С. 219–240.
2. Ренделл Д. Наука сна. Москва : Манн, Иванов и Фарбер, 2014. 304 с. ISBN 978-5-00057-189-7.
3. Ковальзон В. М. Основы сомнологии. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 242 с. ISBN 978-5-99632-354-8.
4. Practice Parameters for the Indications for Polysomnography and Related Procedures: An Update for 2005 / Kushida C. F., Littner M. R., Morgenthaler T. [et al.]. DOI 10.1093/sleep/28.4.499 // Sleep. 2005. V. 28, No 4. P. 499–521.
5. Sleep and psychological factors are associated with meeting discharge criteria to return to sport following ACL reconstruction in athletes / Khalladi K., Farooq A., Sas B. [et al.]. DOI 10.5114/biol sport.2021.99704 // Biology of Sport. 2021. V. 38 (3). P. 305–313. EDN: XBLADT.
6. Gilgen-Ammann R., Schweizer T., Wyss T. Accuracy of the Multisensory Wristwatch Polar Vantage's Estimation of Energy Expenditure in Various Activities: Instrument Validation Study. DOI 10.2196/14534 // JMIR Mhealth and Uhealth. 2019. V. 7 (10). P. 1–9.
7. Is There a Clinical Role For Smartphone Sleep Apps? Comparison of Sleep Cycle Detection by a Smartphone Application to Polysomnography / Bhat S., Ferrari A., Gupta D. [et al.]. DOI 10.5664/jcsm.4840 // Journal of Clinical Sleep Medicine. 2015. V. 11 (7). P. 709–715.
8. Fino E., Mazetti M. Monitoring healthy and disturbed sleep through smartphone applications: a review of experimental evidence. DOI 10.1007/s11325-018-1661-3 // J. Sleep Breath. 2019. March 23 (1). P. 13–24. EDN: VOPHPB.
9. Shiao Y., Yu C., Yeh Y. Validation of Downloadable Mobile Snore Applications by Polysomnography (PSG). DOI 10.2147/NSS.S433351 // Nature and Science of Sleep. 2024. V. 16. P. 489–501.
10. Miller D., Sargent C., Roach G. A Validation of Six Wearable Devices for Estimating Sleep, Heart Rate and Heart Rate Variability in Healthy Adults. DOI 10.3390/s22166317 // Sensor. 2022. V. 22, 6317. P. 1–17.

REFERENCES

1. Birbaumer N., Shmidt R. F. (2021), "Sleep-wake rhythm and attention", *Human physiology with the basics of pathophysiology*, Moscow, BINOM. Laboratoria znanii, pp. 219–240.
2. Rendell D. (2014), "Sleep Science", Moscow, Mann, Ivanov and Farber, 304 p., ISBN 978-5-00057-189-7.
3. Kovalson V. M. (2012), "Basics of Somnology", Moscow, BINOM. Laboratoria znanii, 242 p., ISBN 978-5-99632-354-8.
4. Kushida C. F., Littner M. R., Morgenthaler T. [et al.] (2005), "Practice Parameters for the Indications for Polysomnography and Related Procedures: An Update for 2005", *Sleep*, V. 28, No 4, pp. 499–521, DOI 10.1093/sleep/28.4.499.
5. Khalladi K., Farooq A., Sas B. [et al.] (2021), "Sleep and psychological factors are associated with meeting discharge criteria to return to sport following ACL reconstruction in athletes", *Biology of Sport*, V. 38 (3), pp. 305–313, <https://doi.org/10.5114/biol sport.2021.99704>.
6. Gilgen-Ammann R., Schweizer T., Wyss T. (2019), "Accuracy of the Multisensory Wristwatch Polar Vantage's Estimation of Energy Expenditure in Various Activities: Instrument Validation Study", *JMIR Mhealth and Uhealth*, V. 7 (10), pp. 1–9, DOI 10.2196/14534.
7. Bhat S., Ferrari A., Gupta D. [et al.] (2015), "Is There a Clinical Role For Smartphone Sleep Apps? Comparison of Sleep Cycle Detection by a Smartphone Application to Polysomnography", *Journal of Clinical Sleep Medicine*, V. 11 (7), pp. 709–715, <http://dx.doi.org/10.5664/jcsm.4840>.
8. Fino E., Mazetti M. (2019), "Monitoring healthy and disturbed sleep through smartphone applications: a review of experimental evidence", *J. Sleep Breath*, March 23 (1), pp. 13–24, DOI 10.1007/s11325-018-1661-3.
9. Shiao Y., Yu C., Yeh Y. (2024), "Validation of Downloadable Mobile Snore Applications by Polysomnography (PSG)", *Nature and Science of Sleep*, V. 16, pp. 489–501, <https://doi.org/10.2147/NSS.S433351>.
10. Miller D., Sargent C., Roach G. (2022), "A Validation of Six Wearable Devices for Estimating Sleep, Heart Rate and Heart Rate Variability in Healthy Adults", *Sensor*, V. 22, 6317, pp. 1–17, <https://doi.org/10.3390/s22166317>.

Информация об авторе: Вётош А.Н., профессор кафедры физиологии, ORCID: 0000-0003-3854-0320, SPIN-код 2436-5282.

Поступила в редакцию 27.06.2025.

Принята к публикации 20.11.2025.