



Эффективность аппаратно-программных комплексов в оценке психофизиологического состояния лиц экстремальных профессий

Брагин М.А.¹, Голобородько Е.В.¹, Котенко Н.В.², Самойлов А.С.¹, Калинина М.Ю.³

¹Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

²Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

³Госкорпорация «Росатом», Москва, Россия

Резюме

Цель. Определить эффективность аппаратно-программных комплексов при оценке психофизиологического состояния лиц экстремальных профессий.

Материал и методы. Проведен ретроспективный сравнительный анализ чувствительности, специфичности, общей точности пяти аппаратно-программных комплексов с привлечением 459 пациентов различных лечебно-профилактических учреждений, получавших медицинскую помощь по восстановительной медицине. Осуществлен суточный эксперимент с моделированием измененной реактивности организма у 6 спортсменов циклических видов спорта (средний возраст 21,1±0,7 лет; спортивный разряд не ниже 1 взрослого; 5 мужчин и 1 женщина). В пяти временных точках проводилось психофизиологическое тестирование с использованием следующих методик: аппаратно-программный комплекс «Диамед-МБС», САН (Радикс), тест цветовых выборов Люшера (Радикс), реакция на движущийся объект (Мультипсихометр), статическая и динамическая треморометрия (Мультипсихометр).

Результаты и обсуждение. Определяли диагностическую эффективность указанных комплексов автоматизированной обработки данных психофизиологического обследования по их информативности, способности распознать признаки заболевания с так называемым референтным, или эталонным диагнозом. Наибольшие показатели чувствительности (82,5%), специфичности (79,3%) и общей точности (80,6%) выявлены у аппаратно-программного комплекса «Диамед-МБС». Выявлена тенденция к снижению основных показателей, таких как ЧСС, стресс индекс, активность, самочувствие, работоспособность с минимумом в точке 3:00-5:00 часов. На протяжении суточного эксперимента оценивали возможность динамической оценки психоэмоционального состояния спортсменов в течение суток (соматическая и психологическая составляющие) по параметрам вариабельности сердечного ритма, электросоматографии и биоэлектрографии. Динамика показателей психологической и психофизиологической диагностики носила разнонаправленный характер, что не позволяет однозначно утверждать о негативном влиянии суточных ритмов на состояние спортсменов. Все спортсмены в той или иной мере на разных промежуточных точках диагностики показывали отрицательные результаты, однако к концу исследования им удавалось компенсироваться и выйти на результаты первичной диагностики.

Заключение. Диагностическая эффективность комплексной скрининг-диагностики при использовании аппаратно-программного комплекса «Диамед-МБС» составляет 80,6%, что на 25-35% превосходит аналогичный параметр у подобных приборов. Не выявлено негативное психологическое и психофизиологическое влияние стрессорных воздействий на суточные ритмы спортсменов.

Ключевые слова: скрининг-диагностика, психофизиологическое состояние, аппаратно-программный комплекс, лица экстремальных профессий

Источник финансирования: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Брагин М.А., Голобородько Е.В., Котенко Н.В., Самойлов А.С., Калинина М.Ю. Эффективность аппаратно-программных комплексов в оценке психофизиологического состояния лиц экстремальных профессий. *Вестник восстановительной медицины*. 2021; 20 (6): 111-118. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-6-111-118>

Для корреспонденции: Голобородько Евгений Владимирович, e-mail: evgeny.goloborodko@gmail.com

Статья получена: 20.11.2021

Статья принята к печати: 06.12.2021

Efficiency of Hardware and Software Systems in the Assessment of Psychophysiological State of Persons in Extreme Conditions Professions

Mikhail A. Bragin¹, Evgeny V. Goloborodko¹, Natalya V. Kotenko², Alexander S. Samoylov¹, Maria Yu. Kalinina³

¹Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

²National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

³State Corporation Rosatom, Moscow, Russian Federation

Abstract

Aim. To determine the effectiveness of hardware and software complexes in assessing the psychophysiological state of persons in extreme conditions professions.

Material and methods. The post-hoc comparative analysis of sensitivity, specificity, and overall accuracy of five hardware and software complexes was performed involving 459 patients of different medical and preventive care institutions that received the rehabilitation medical care. The simulation of altered reactivity in 6 athletes of cyclic kinds of sport was carried out within a daily experiment (5 men, mean age 21.1 ± 0.7 years and one woman, 22 years; sport rank not lower than 1 senior degree). Psychophysiological testing was conducted at five time points using the following methods: hardware and software complex "Diamed-MBS", ASD (Radix), Lusher color-choice test (Radix), reaction to a moving object (Multipsychometer), static and dynamic tremorometry (Multipsychometer).

Results and discussion. The diagnostic effectiveness of these psychophysiological examination data automated processing complexes were determined by their informative value, the ability to recognize signs of the disease with a so-called reference or benchmark diagnosis. The highest indicators of sensitivity (82.5%), specificity (79.3%) and overall accuracy (80.6%) were found in the Diamed-MBS hardware and software complex. A tendency to decrease in the main indicators, such as heart rate, stress index, activity, well-being, working capacity with a minimum at 3:00-5:00 hours, was revealed. During the day, the possibility of the athletes' psycho-emotional state dynamic assessment during the day (somatic and psychological components) was evaluated according to the parameters of heart rate variability, electrosomatography and bioelectrography. The dynamics of psychological and psychophysiological diagnostics indicators was of the multidirectional nature, which does not allow us to assert unequivocally about the negative impact of daily rhythms on the condition of athletes. All athletes showed negative results in one way or another at different intermediate diagnostic points, but by the end of the study they managed to compensate and reach the results of the primary diagnosis.

Conclusion. The diagnostic efficiency of complex screening diagnostics when using hardware and software complex "Diamed-MBS" is 80.6%, which is 25-35% higher than the same parameter for similar devices. No negative psychological and psychophysiological effects of stress stimulation on daily rhythms of athletes were defined.

Keywords: screening diagnostics, psychophysiological state, hardware and software complex, persons of extreme conditions professions

Acknowledgments: The study had no sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Bragin M.A., Goloborodko E.V., Kotenko N.V., Samoylov A.S., Kalinina M.Yu. Efficiency of Hardware and Software Systems in the Assessment of Psychophysiological State of Persons in Extreme Conditions Professions. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021; 20 (6): 111-118. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-6-111-118>

For correspondence: Evgeny V. Goloborodko, e-mail: evgeny.goloborodko@gmail.com

Received: Nov 20, 2021

Accepted: Dec 06, 2021

Психофизиологическое обеспечение является неотъемлемой частью восстановительной медицины. Оно включает как методы диагностики психосоматических отклонений на ранней стадии до их клинического проявления, так и методы психокоррекции [1-4].

Учитывая, что «бланковые» способы обработки информации снижают качество и объективность полученных данных, в арсенал психолога присутствуют аппаратно-программные комплексы, основанные как на применении отдельных методик, так и на их сочетании [5-7].

Вместе с тем, серийно выпускаемые в Российской Федерации аппаратно-программные комплексы не могут быть полноценно использованы, в том числе для оценки и прогноза психофизиологического состояния лиц экстремальных профессий, к которым относятся спортсмены спорта высших достижений, ввиду несоответствия их методического оснащения и нормативно-критериального аппарата специфическим требованиям, разработанным для процедур обследования таких категорий. Планиру-

емые к применению автоматизированные средства или должны разрабатываться целевым образом, или должны обеспечивать учет профессионально важных качеств целевой категории [8, 9].

В отношении высококвалифицированных спортсменов должны учитываться аспекты соревновательной деятельности, возможность оценить психофизиологическую составляющую нацеленности на максимальный спортивный результат. При обследовании персонала предприятий атомной промышленности и энергетики необходимо учитывать возможность предотвращения нештатных ситуаций за счет своевременного выявления лиц с признаками повышенного психологического риска [10-12]. Немаловажным является выбор инструментария, обладающего высокой прогностической точностью, с возможностью проводить коррекцию выявленных отклонений.

Цель. Определить эффективность аппаратно-программных комплексов при оценке психофизиологического состояния лиц экстремальных профессий.

Материал и методы

Проведен ретроспективный сравнительный анализ материалов обследования 459 пациентов различных лечебно-профилактических учреждений, получавших медицинскую помощь по восстановительной медицине (344 женщины и 115 мужчин (75 и 25% соответственно), возраст 25-50 лет) по нозологическим группам с использованием различных аппаратно-программных комплексов, предназначенных для психофизиологического обследования и основанных на автоматизированной обработке: бланковых методик, параметров электрической возбудимости сердца, выполнения сенсомоторных реакций, электрохимической проводимости, анализа миллиметровых сигналов [13-15]. Используемые аппаратно-программные комплексы: электропунктурная диагностика аппаратом «РОФЭС», метод вариационной термоалгометрии «РУНО», метод Фолля, аппарат радиоволновой диагностики «АИС-Лидо», аппаратно-программный комплекс (далее – АПК) «Диамед-МБС».

Возможность применения АПК «Диамед-МБС» для динамического контроля психофизиологических параметров оценивали в суточном эксперименте с моделированием измененной реактивности организма у 6 спортсменов циклических видов спорта, разряд не ниже 1 взрослого – 5 мужчин, средний возраст 21 ± 1 год и 1-ой женщины, 22 года. В пяти временных точках (9:00-11:00, 15:00-17:00, 21:00-23:00, 3:00-5:00, 9:00-11:00 следующего дня) проводилось психофизиологическое тестирование с использованием следующих методик: САН (Радикс),

тест цветочных выборов Люшера (Радикс), реакция на движущийся объект (Мультипсихометр), статическая и динамическая треморометрия (Мультипсихометр).

Моделирование измененной реактивности формировалось путем создания выраженного стрессорного воздействия на организм спортсменов, имитирующего период сложной соревновательной деятельности. Суточное обследование проводилось с 8 часов утра одного дня до 10 часов утра следующего дня и включало создание сложных бытовых условий, постоянные физические нагрузки (каждые 4 часа проводилось нагрузочное тестирование «до отказа»), дифференцированное вознаграждение по результатам тестирования.

Результаты и их обсуждение

Определяли диагностическую эффективность указанных комплексов автоматизированной обработки данных психофизиологического обследования по их информативности, способности распознать признаки заболевания с так называемым референтным, или эталонным диагнозом.

Для этого оценивали следующие наборы параметров: 1) основной диагноз, выставленный в клинике лечащим врачом; 2) анкетные данные об анамнезе, включая перенесённые заболевания, операции, хронически протекающие заболевания, характерные жалобы для конкретных заболеваний; 3) данные лабораторных и инструментальных методов исследования.

Результаты сравнительной оценки данных диагностики по сходным методам представлены в таблице 1.

Таблица 1. Эффективность различных методик экспресс-оценки функционального состояния
Table 1. Effectiveness of various methods of rapid assessment of functional state

Параметр / Parameter	Метод / Method				
	«РОФЭС» / «ROFES»	«РУНО» / «RUNO»	Метод Фолля / Reinhold Voll diagnostics	«АИС-Лидо» / «AIS-Lido»	«Диамед-МБС» / «Diamed-MBS»
Чувствительность / Sensitivity	85,1%	Данных нет / No data	74,8 %	93,5%	82,5%
Специфичность / Specificity	Данных нет / No data	Данных нет / No data	33,5 %	15,8%	79,3%
Общая точность / Overall accuracy	Данных нет / No data	Данных нет / No data	63,6 %.	85,5% (более вероятно / more likely 53-54 %)	80,6%

Таблица 2. Диагностические параметры метода скрининг-диагностики на АПК «Диамед-МБС»
Table 2. Diagnostic parameters of the Screening Diagnostic Method on the "Diamed-MBS" APC

Параметр / Parameter	Определение / Definition	Средние значения / Average values
Чувствительность / Sensitivity	Способность диагностического метода давать правильный результат, который определяется как доля истинно положительных результатов среди всех проведённых тестов / The ability of the diagnostic method to produce the correct result, which is defined as the proportion of true positive results among all the tests performed	82,5%
Специфичность / Specificity	Способность диагностического метода не давать при отсутствии заболевания ложноположительных результатов, который определяется как доля истинно отрицательных результатов среди здоровых лиц в изучаемой группе / The ability of the diagnostic method not to produce false-positive results in the absence of disease, which is defined as the proportion of true negative results among healthy individuals in the study group	79,3%
Общая точность (диагностическая эффективность) / Overall accuracy (diagnostic efficiency)	Доля правильных результатов теста (сумма истинно положительных и истинно отрицательных результатов среди всех обследованных пациентов) / Proportion of correct test results (sum of true positives and true negatives among all patients examined)	80,6%.

Таблица 3. Диагностические параметры скрининг-диагностики по органам и системам
Table 3. Diagnostic parameters of screening diagnostics by organs and systems

Заболевания органов и систем / Diseases of organs and systems	Чувствительность / Sensitivity (%)	Специфичность / Specificity (%)	Общая точность / Overall accuracy (%)
Заболевания органов дыхания / Respiratory diseases	86	82	84
Заболевания эндокринной системы / Diseases of the endocrine system	86	85	85
Заболевания сердечно-сосудистой системы / Diseases of the cardiovascular system	84	74	80
Заболевания желудка и 12ти-перстной кишки / Diseases of the stomach and duodenum	67	85	82
Заболевания поджелудочной железы / Diseases of the pancreas	88	71	79
Заболевания печени и желчного пузыря / Diseases of the liver and gallbladder	86	78	77
Заболевания кишечника / Intestinal diseases	84	69	69
Заболевания почек / Kidney disease	79	81	79
Заболевания половой системы / Diseases of the genital system	76	88	84
Заболевания опорно-двигательной системы / Diseases of the musculoskeletal system	89	80	87

Таблица 4. Динамика параметров variability сердечного ритма (BCP), биоэлектрограммы (БЭГ) и электросоматографии (ЭСГ) в ходе суточного эксперимента, M±m

Table 4. Dynamics of heart rate variability (HRV), bioelectrogram (BEG) and electrosomatography (ESG) parameters during the 24-hour experiment, M±m

Время / Time		9.00-11.00	15.00-17.00	21.00-23.00	3.00-5.00	9.00-11.00
Показатель / Indicator						
BCP / HRV	ЧСС/HR	70,33±2,43	65,50±1,43	65,00±2,03	63,33±2,43	69,67±3,75
	SI	89,67±43,90	60,50±16,17	45,00±11,79*	41,83±10,69*	121,00±76,55
	ПАРСс / PARS	3,71±0,51	4,26±0,26	4,69±0,25	4,52±0,36	4,17±0,43
БЭГ / BEG	S бф / S wf	21506±2196	24924±2451	22625±2321	22503±2461	21524±3455
	S ф / S f	23596±1422	25404±1227	25079±1376	25630±767	25352±1443
	Симм бф / symm wf	89,33±4,12	93,17±2,21	90,83±3,50	88,33±7,89	80,00±12,21
	Симм ф / symm f	96,83±0,54	97,50±0,22	97,83±0,17	97,33±0,33	97,00±0,37
ЭСГ / ESG	9/10 отв / drain	1,17±0,17	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
	Осн риск / main risk	0,50±0,22	0,50±0,34	0,67±0,33	1,33±0,42	1,17±0,17
	Связ риск / associated risk	-15,33±20,39	-48,33±4,51	-10,5±16,33	26,33±17,52	18,50±18,62
	±40	0,50±0,50	1,17±0,79	5,33±5,14	8,00±6,83	0,33±0,21

Примечание: * p < 0,05

Note: * p < 0,05

Таблица 5. Средние значения показателей по методике РДО (в баллах)

Table 5. Average values of indicators according to the moving objects reaction (RDO) methodology (in points)

Время / Time	9.00-11.00	15.00-17.00	21.00-23.00	3.00-5.00
Показатель / Indicator				
Точность / Accuracy	2,28±0,21	2,31±0,27	2,40±0,23	2,30±0,26
Стабильность / Stability	3,51±0,47	3,04±0,81	2,87±0,61	3,15±0,76
Возбуждение / Stimulation	-0,23±0,26	-0,86±0,45	-0,48±0,62	-0,51±0,56

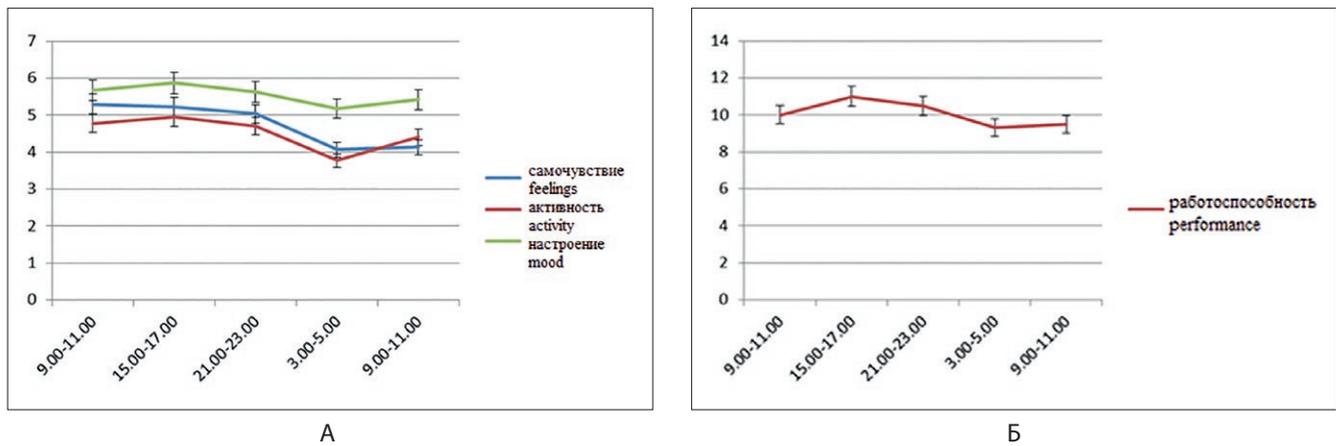


Рис. 1. Сравнительная оценка действия суточных ритмов на психологические и психофизиологические характеристики спортсмена. А – тест САН; Б – тест Люшера

Fig. 1. Comparative assessment of the effect of circadian rhythms on the psychological and psychophysiological characteristics of an athlete. A – SUN test; B – Lusher test

Таблица 6. Средние значения статической и динамической тремографии (в баллах)
Table 6. Mean values of indicators of static and dynamic tremorometry (n=6) (in points)

Время / Time		9.00-11.00	15.00-17.00	21.00-23.00	3.00-5.00
Показатель / Indicator					
Трemor динамический / Tremor dynamic	Частота касаний / Touch frequency	1,15±0,08	1,52±0,19	1,55±0,12	1,54±0,13
	Длительность касаний / Touch duration	102,97±8,26	101,49±11,9	101,11±6,75	106,54±8,51
Трemor статический / Static tremor	Частота касаний / Touch frequency	1,14±0,15	1,72±0,19	1,58±0,14	1,90±0,11
	Длительность касаний / Touch duration	116,21±31,6	107,32±13,9	123,80±21,4	122,64±16,1

Получены следующие диагностические параметры чувствительности, специфичности и комплексной скрининг-диагностики на АПК «Диамед-МБС» (табл. 2, 3).

Таким образом, общая точность (диагностическая эффективность) комплексной скрининг-диагностики «Диамед-МБС» составляет 80,6%, что на 25-35% превосходит аналогичный параметр при проведении диагностики методами Фолля, вегето-резонансного теста, Накатани и радиоволновой диагностики «Лидо» и сходными методами.

Возможность динамической оценки психоэмоционального состояния оценивали в ходе суточного эксперимента, проводили обследование спортсменов пятикратно в течение суток. На протяжении суточного эксперимента спортсмены проходили обследование на АПК «Диамед-МБС», который позволяет оценить показатели функционального состояния спортсменов (соматическая и психологическая составляющие) по параметрам вариабельности сердечного ритма, электросоматографии и биоэлектрографии [16].

В таблице 4 представлены значения основных параметров трех методик в соответствующее время исследования.

Частота сердечных сокращений уменьшалась к вечеру, имея минимальное значение ночью, и к утру вновь стала увеличиваться. По такой же динамике изменялись

значения стресс-индекса, отображающие в начале обследования преобладающее действие работы симпатической нервной системы, далее – в течение дня значения смещались в сторону преобладания работы парасимпатической нервной системы, с минимальным значением в 3 часа ночи и к утру опять начала увеличивать свое влияние симпатическая система. Интегральный показатель активности регуляторных систем (ПАРС), отображающий работоспособность всей сердечно-сосудистой системы, имеет свое максимальное значение при оптимальном соотношении частоты сердечных сокращений, стресс-индекса, а также ряда других показателей.

Средние групповые значения площадей и симметрий биоэлектрограммы, причем как с фильтром, так и без фильтра не выходят за рамки общих физиологических норм и в течение суток колеблются не сильно. Однако можно заметить небольшую тенденцию к снижению параметров к последней точке. В первом обследовании данная картина вызвана состоянием ситуативного стресса у спортсменов, связанного с началом эксперимента, а в последнем обследовании снижение результатов обуславливается влиянием смещения суточного ритмики.

Средние групповые значения основного риска из электросоматографии по ходу исследования существенно не менялись. Значения связанных рисков постепенно увеличивались от первого до четвертого обследования

и незначительно снизились на пятом. При этом средние групповые значения в каждом обследовании оставались в рамках нормы. Значения 9-го и 10-го отведения существенно не выходили за границы нормы за время проведения исследования. Количество параметров, выходящих за нормальные значения проводимости, повторяли изменения средних групповых значений связанных рисков.

Все показатели на протяжении всего исследования находились в рамках нормальных значений (рис. 1).

Результаты полученных средних значений показателей теста РДО у спортсменов в течение суток представлены в таблице 5.

Сравнительный анализ показателей баланса нервных процессов показал отсутствие значимой динамики как в сторону возбуждения, так и торможения. Такие данные могут говорить об отсутствии влияния суточных ритмов на устойчивость и силу нервных процессов обследуемых спортсменов.

Статическая и динамическая треморометрия проводилась при помощи программного обеспечения «Мультипсихометр». Сравнительная оценка полученных данных проводилась по шкалам «частота» и «длительность касаний» (табл. 6).

При анализе показателей теста динамической треморометрии отмечается отсутствие практически значимой динамики на протяжении всего исследования. Однако, при анализе значений показателей статической треморометрии отмечается их ухудшение, не выходящее при этом за пределы нормальных значений, что говорит о незначительном снижении параметров устойчивости психомоторных характеристик. Вероятно, такой результат получен из-за проведения заключительного обследования в ночное время.

Таким образом, динамика показателей психологической и психофизиологической диагностики носит разнонаправленный характер и не позволяют однозначно утверждать о негативном влиянии суточных ритмов на состояние спортсменов. Все спортсмены в той или иной мере на разных промежуточных точках диагностики показывали отрицательные результаты, однако к концу исследования им удавалось компенсироваться и выйти на результаты первичной диагностики.

Основными требованиями к АПК для оценки психофизиологического состояния различных категорий лиц должны быть:

- возможность регистрации физиологической информации непосредственно в процессе проведения обследования;
- возможность динамической обработки комплекса данных всей информации об обследованном с возможностью проведения интегральной оценки;
- использование дополнительных данных в процессе обследования (результаты психологического наблюдения, данные об анамнезе);
- ведение индивидуально ориентированных баз данных с возможностью удаленной передачи и обработки информации.

Заключение

1. Диагностическая эффективность комплексной скрининг-диагностики при использовании АПК «Диамед-МБС» составляет 80,6%, что на 25-35% превосходит аналогичный параметр у подобных приборов. АПК «Диамед-МБС» может быть рекомендован для применения в рамках системы оценки эффективности реабилитационно-восстановительных мероприятий и алгоритмов индивидуальной коррекции уровня здоровья у лиц экстремальных профессий, включая высококвалифицированных спортсменов;
2. Выявлена тенденция к снижению основных показателей, таких как ЧСС, стресс индекс, активность, самочувствие, работоспособность с минимумом в точке 3:00-5:00 часов;
3. Изучение суточной динамики психофизиологического состояния у высококвалифицированных спортсменов на фоне выраженного стрессорного воздействия не выявило значимых изменений регистрируемых параметров, что не позволяет однозначно утверждать о негативном влиянии суточных ритмов на состояние спортсменов.

Список литературы

1. Котенко К.В., Корчажкина Н.Б., Разинкин С.М., Михайлова А.А., Петрова В.В., Фомкин П.А., Иванова И.И. Сравнительная оценка состояния физического и психического здоровья спортсменов и студентов, активно занимающихся спортом. *Функциональная диагностика*. 2011; (3): 98-99.
2. Разинкин С.М., Киш А.А. О влиянии психоэмоционального конфликта на состояние организма человека. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2018; (3): 3-10.
3. Киш А.А., Разинкин С.М. Методика оценки психосоматического состояния. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2018; (1): 57-65.
4. Стаценко Е.А., Варди Х., Глебова И.В., Саркисян М.А., Чарыкова И.А., Цвирко Д.Н. Уровень тревожности у спортсменов разного пола и разных видов спорта. *Доктор.Ру*. 2018; 9(153): 55-58. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2018-153-9-55-58>
5. Котенко Н.В., Разинкин С.М. Комплексная скрининг-диагностика оценки психофизиологического и соматического здоровья, функциональных и адаптивных резервов организма. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2010; (11): 21-34.
6. Love J., Sung W., Francis A.L. Psychophysiological responses to potentially annoying heating, ventilation, and air conditioning noise during mentally demanding work. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2021; 150(4): 31-49. <https://doi.org/10.1121/10.0006383>
7. Horneño-Holgado A.J., Clemente-Suarez V.J. Psychophysiological Monitorization in a Special Operation Selection Course. *Journal of Medical Systems*. 2019; 43(3): 4-7. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1171-2>
8. Rodríguez M.V., Gallego D.I., Fuentes-García J.P., Clemente-Suarez V.J. Portable Biosensors for Psychophysiological Stress Monitoring of a Helicopter Crew. *Sensors*. 2020; 20(23): 6849 p. <https://doi.org/10.3390/s20236849>
9. Tornero-Aguilera J.F., Pelarigo J.G., Clemente-Suarez V.J. Psychophysiological intervention to improve preparedness in military special operations forces. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2019; 90(11): 953-958. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5385.2019>
10. Самойлов А.С., Разинкин С.М., Королёв А.Д., Назарян С.Е. Оценка эффективности методики коррекции психоэмоционального состояния спортсменов сборной России. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; (4): 62-67.
11. Самойлов А.С., Разинкин С.М., Фомкин П.А., Петрова В.В., Артамонова И.А., Крынцилов А.И., Семенов Ю.Н., Кленков Р.Р. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2015; (4): 46-55.
12. Tanguy G., Sagui E., Fabien Z., Martin-Krumm C., Canini F., Trousselard M. Anxiety and Psycho-Physiological Stress Response to Competitive Sport Exercise. *Frontiers in Psychology*. 2018; 27(9): 14-69. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01469>
13. Переборов А.А., Котенко Н.В., Разинкин С.М. Система оценки эффективности лечения. *Восстановительная медицина и реабилитация*. 2009: 166-167 с.
14. Зайцев В.П., Айвазян Т.А. Экспертные психодиагностические системы на санаторно-курортном этапе реабилитации. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2016; (2-2): 75 с.
15. Котенко Н.В., Разинкин С.М., Борисевич О.О. Скрининг-диагностика функционального состояния организма в реабилитации и курортологии. Москва. Научная книга. 2020: 116 с.
16. Киш А.А., Разинкин С.М., Объективная психодиагностика. Аппаратно-программный комплекс «Диамед-МБС». Москва. Научная книга. 2019: 227 с.

References

1. Kotenko K.V., Korchazhkina N.B., Rasinkin S.M., Mikhailova A.A., Petrova V.V., Fomkin P.A., Ivanova I.I. Sravnitel'naya otsenka sostoyaniya fizicheskogo i psikhicheskogo zdorovia sportsmenov i studentov. aktivno zanimayushchikhsya sportom [Comparative assessment of physical and mental health of athletes and students actively involved in sports]. *Funktsionalnaya diagnostika*. 2011; (3): 98-99 (In Russ.).
2. Rasinkin S.M., Kish A.A. O vliyaniy psikhoemotsionalnogo konflikta na sostoyaniye organizma cheloveka [On the impact of psycho-emotional conflict on the human body]. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2018; (3): 3-10 (In Russ.).
3. Kish A.A., Rasinkin S.M. Metodika otsenki psikhosomaticheskogo sostoyaniya [Method of psychosomatic state estimation]. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2018; (1): 57-65 (In Russ.).
4. Stacenko E.A., Vardi H., Glebova I.V., Sarkisyan M.A., CHarykova I.A., Cvirko D.N. Uroven' trevozhnosti u sportsmenov raznogo pola i raznykh vidov sporta [Anxiety levels in athletes of different genders and in different sports]. *Doktor.Ru*. 2018; 9(153): 55-58. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2018-153-9-55-58> (In Russ.).
5. Kotenko N.V., Rasinkin S.M. Kompleksnaya skrining-diagnostika otsenki psikhofiziologicheskogo i somaticheskogo zdorovia. funktsionalnykh i adaptivnykh rezervov organizma [Comprehensive screening-diagnostic assessment of psychophysiological and somatic health, functional and adaptive reserves of the body]. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2010; (11): 21-34 (In Russ.).
6. Love J., Sung W., Francis A.L. Psychophysiological responses to potentially annoying heating, ventilation, and air conditioning noise during mentally demanding work. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2021; 150(4): 31-49. <https://doi.org/10.1121/10.0006383>
7. Horneño-Holgado A.J., Clemente-Suarez V.J. Psychophysiological Monitorization in a Special Operation Selection Course. *Journal of Medical Systems*. 2019; 43(3): 4-7. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1171-2>
8. Rodríguez M.V., Gallego D.I., Fuentes-García J.P., Clemente-Suarez V.J. Portable Biosensors for Psychophysiological Stress Monitoring of a Helicopter Crew. *Sensors*. 2020; 20(23): 6849 p. <https://doi.org/10.3390/s20236849>
9. Tornero-Aguilera J.F., Pelarigo J.G., Clemente-Suarez V.J. Psychophysiological intervention to improve preparedness in military special operations forces. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2019; 90(11): 953-958. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5385.2019>
10. Samoylov A.S., Rasinkin S.M., Korolev A.D., Nazaryan S.E. Otsenka effektivnosti metodiki korrektsii psikhoemotsionalnogo sostoyaniya sportsmenov sbornoy Rossii [Efficiency evaluation of methods used for psycho-emotional correction in national sports teams of Russia]. *Medicine of Extreme Situations*. 2015; (4): 62-67 (In Russ.).
11. Samoylov A.S., Rasinkin S.M., Fomkin P.A., Petrova V.V., Artamonova I.A., Kryntsilov A.I., Semenov Yu.N., Klenkov R.R. Otsenka pokazateley variabelnosti serdechnogo ritma u sportsmenov tsiklicheskih vidov sporta [Heart rate variability in athletes of endurance sports]. *Sports Medicine: Research and Practice*. 2015; (4): 46-55 (In Russ.).
12. Tanguy G., Sagui E., Fabien Z., Martin-Krumm C., Canini F., Trousselard M. Anxiety and Psycho-Physiological Stress Response to Competitive Sport Exercise. *Frontiers in Psychology*. 2018; 27(9): 14-69. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01469>
13. Pereborov A.A., Kotenko N.V., Rasinkin S.M. Sistema otsenki effektivnosti lecheniya [A system for assessing the effectiveness of treatment]. *Restorative Medicine and Rehabilitation 2009*: 166-167 p. (In Russ.).
14. Zaycev V.P., Ayvazyan T.A. Ekspertnyye psikhodiagnosticheskiye sistemy na sanatorno-kurortnom etape reabilitatsii [Expert psychodiagnostic systems at the sanatorium stage of rehabilitation]. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2016; (2-2): 75 p. (In Russ.).
15. Kotenko N.V., Rasinkin S.M., Borisevich O.O. Skrining-diagnostika funktsionalnogo sostoyaniya organizma v reabilitatsii i kurortologii [Screening-diagnoses of the functional state of the body in rehabilitation and balneology]. Moscow. *Scientific Book*. 2020: 116 p. (In Russ.).
16. Kish A.A., Rasinkin S.M., Obyektivnaya psikhodiagnostika. Apparato-programmnyy kompleks «Diamed-MBS» [Objective psychodiagnosics. Hardware-software complex "Diamed-MBS"]. Moscow. *Scientific book*. 2019: 227 p. (In Russ.).

Информация об авторах:

Брагин Михаил Александрович, младший научный сотрудник, лаборатория мультидисциплинарных клинических исследований, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации. E-mail: mishaman90@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8285-8638>

Голобородько Евгений Владимирович, кандидат медицинских наук, заведующий научно-организационным отделом, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации. E-mail: evgeny.goloborodko@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5124-6954>

Котенко Наталья Владимировна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, отдел соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России. E-mail: KotenkoNV@nmicr.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6501-791X>

Самойлов Александр Сергеевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, генеральный директор, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации. E-mail: fmbc-fmba@bk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9241-7238>

Калинина Мария Юрьевна, кандидат медицинских наук, заместитель директора департамента кадровой политики, госкорпорация «Росатом». E-mail: MYKalinina@rosatom.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9750-5192>

Вклад авторов:

Самойлов А.С., Калинина М.Ю. – идея проведения исследования; Брагин М.А. Котенко Н.В. – разработка дизайна исследования, анализ полученных данных, Голобородько Е.В. – написание текста рукописи, статистическая обработка полученного материала.

Information about the authors:

Mikhail A. Bragin, Junior Researcher, Laboratory of Multidisciplinary Clinical Studies, State Scientific Center of the Russian Federation – Burnazyan Federal Medical Biophysical Center.

E-mail: mishaman90@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8285-8638>

Evgeny V. Goloborodko, Cand. Sci (Med.), Head of the Scientific and Organizational Department, State Scientific Center of the Russian Federation – Burnazyan Federal Medical Biophysical Center.

E-mail: evgeny.goloborodko@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5124-6954>

Natalya V. Kotenko, Cand. Sci (Med.), Leading Researcher, Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health Department, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology.

E-mail: KotenkoNV@nmicrk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6501-791X>

Alexander S. Samoylov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, General Director, State Scientific Center of the Russian Federation – Burnazyan Federal Medical Biophysical Center.

E-mail: fmbc-fmba@bk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9241-7238>

Maria Y. Kalinina, Cand. Sci (Med.), Deputy Director, HR Policy Department, State Atomic Energy Corporation Rosatom.

E-mail: MYKalinina@rosatom.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9750-5192>

Contribution:

Samoylov A.S., Kalinina M.Y. – research idea; Bragin M.A., Kotenko N.V. – research planning, data analysis; Goloborodko E.V. – text writing, statistical processing of the material.

