



УДК 796.015

Оценка индивидуального функционального состояния и дозы тренировочной нагрузки студентов-спортсменов с использованием электронного дневника спортсмена

А. М. Андреева^{1,2}, Л. А. Белицкая¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

²Федеральное государственное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий», Москва, Россия

Аннотация

Актуальность. Профилактика перетренированности в студенческом спорте является важной задачей для достижения оптимальных спортивных результатов и минимизации рисков заболеваний и травм и требует учета как тренировочных нагрузок, так и оценки функционального состояния.

Целью исследования являлось выявление индивидуальной динамики и среднегрупповых значений показателей функционального состояния организма и доз физической нагрузки студентов-спортсменов игровых видов спорта и спортивных единоборств.

Материал и методы. В исследовании участвовали 24 квалифицированных студента-спортсмена в возрасте 19–20 лет с опытом спортивной деятельности $10,7 \pm 1,7$ лет. Для сбора данных использовалась электронная форма дневника спортсмена, в которой анализировались данные о частоте сердечных сокращений, статусе восстановления и других показателях в течение месяца.

Результаты. Согласно полученным данным, среднее значение индекса монотонности составило $2,1 \pm 0,8$ у.е., индекс напряженности – $107,4 \pm 51,2$ у.е., индекс ACWR – $1,1 \pm 0,2$ баллов, TRIMP – $55 \pm 31,5$ у.е. Интегральный показатель функционального состояния организма студентов-спортсменов в среднем оценивался как «хорошее».

Выводы. Исследование показало, что электронный дневник спортсмена может служить эффективным инструментом для мониторинга функционального состояния и корректировки тренировочных нагрузок, что позволит снизить риск развития перетренированности, заболеваний и травм у студентов-спортсменов.

Ключевые слова: студенческий спорт, синдром перетренированности, доза тренировочной нагрузки, электронный дневник спортсмена

Assessment of the individual functional state and dose of training load of student-athletes using a digital athlete's diary

A. M. Andreeva^{1,2}, L. A. Belitskaya¹

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "The Russian University of Sport "SCOLIPE Moscow, Russia

²Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies Moscow, Russia

Abstract

Relevance. The prevention of overtraining in student sports is an important task for achieving optimal athletic results and minimizing the risks of illnesses and injuries. It requires consideration of both training loads and assessment of the functional state. The aim of the study was to identify individual dynamics and average group values of functional state indicators and physical load doses in student-athletes of team sports and martial arts.

The objective of the study was to identify individual dynamics and average group values of functional state indicators and physical load doses in student-athletes of team sports and martial arts.

Material and methods. The research involved 24 qualified student-athletes aged 19-20 with an average sports experience of 10.7 ± 1.7 years. Data were collected using an electronic athlete diary, which analyzed data on heart rate, recovery status, and other indicators over the course of a month.

Results. According to the data obtained, the average value of the monotony index was 2.1 ± 0.8 units, the tension index was 107.4 ± 51.2 units, the ACWR index was 1.1 ± 0.2 points, and the TRIMP was 55 ± 31.5 units. The integral indicator of the functional state of the student-athletes was, on average, assessed as "good".

Conclusions. The research showed that the electronic athlete diary can serve as an effective tool for monitoring functional states and adjusting training loads, which will help reduce the risk of overtraining, illness, and injuries among student-athletes.

Keywords: student sports, overtraining syndrome, training load, digital athlete's diary

Введение

Профилактика перетренированности спортсменов является актуальной задачей в студенческом спорте. Согласно [1], чрезмерное перенапряжение, особенно в сочетании с дополнительными стрессорами, может привести к перетренированности и, вследствие этого, к снижению спортивных результатов, болезням и травмам. При идентификации синдрома перетренированности у спортсменов важен комплексный системный подход с учетом не только влияния на организм спортивной деятельности, но и внутренировочного стресса, который при определенных условиях может стать лидирующим [2].

При этом важную роль играет количественная оценка физической нагрузки в тренировочном процессе, ее анализ и сопоставление с показателями функционального состояния в динамике. Большинство индексов, оценивающих тренировочную нагрузку, разработаны в основном для циклических видов спорта [3]. В то же время, не менее важен подбор адекватных расчетных индексов и индивидуальное дозирование физической нагрузки в единоборствах и игровых видах спорта [4].

Целью исследования являлось выявление индивидуальной динамики и среднегрупповых значений показателей функционального состояния организма и доз физической нагрузки студентов-спортсменов игровых видов спорта и спортивных единоборств.

Материал и методы исследования

Испытуемые

В нашем исследовании испытуемыми являлись студенты, обучающиеся в Российском университете спорта «ГЦОЛИФК» и занимающиеся игровыми видами спорта и спортивными единоборствами (Таблица 1).

Таблица 1: Характеристика испытуемых

Группа видов спорта	n	Пол	Спортивный стаж, лет	Виды спорта, объединенные в группу
Единоборства спортивные	9	М (n=2) Ж (n=7)	10.3 ± 1.5	тхэквондо, карате, ушу, бокс, джиу-джитсу
Игровые виды спорта	15	М (n=9) Ж (n=6)	11.2 ± 1.7	волейбол, теннис, футбол, баскетбол

Испытуемые обучались на 2 и 3 курсах очного обучения (n=24, мужчины (М): длина тела 182 ± 5 см, масса тела 75,7 ± 14 кг, женщины (Ж): длина тела 170,7 ± 3,7 см, масса тела 60,4 ± 4,5 кг), возраст 19-21 лет, стаж занятий спортом 8-15 лет (10,7 ± 1,7 лет), спортивная квалификация от II взрослого разряда до мастера спорта (II разряд – 5 человек, I разряд – 8, КМС – 7, МС – 4 человека), суммарная продолжительность спортивных тренировок - не менее 6 часов в неделю. Расписание учебных занятий составляло 3-4 учебных пары ежедневно 5 раз в неделю с понедельника по пятницу.

Методы

Студенты в течение 4-х недель проходили ежедневное анкетирование и самооценку, измерение ЧСС во время пробуждения и тренировки с занесением всей информации в электронный дневник спортсмена. Наблюдения проводились в период учебного процесса до сессии в соревновательном периоде подготовки. Также каждый испытуемый прошел опросник RESTQ-sport «стресс-восстановление» через интернет [5], по результатам которого определялись общий и спортивный уровень стресса и восстановления [6].

Электронный дневник был создан на платформе «google forms» (мобильное приложение «google docs»), что позволяло использовать его на различных гаджетах несколькими участниками одновременно (тренер, спортсмен, врач, физиолог) [7].

Разделы электронного дневника спортсмена:

1. Утренний раздел:

- ЧСС покоя, уд/мин;
- шкала "общее состояние организма балл [8];
- длительность сна, часы.

2. Тренировочный раздел

- ЧСС рабочее (рассчитывалась как среднее из трех замеров ЧСС в основной части тренировки пальпаторно за 60 секунд), уд/мин;
- субъективная оценка тяжести нагрузки по шкале СОР, балл [9, 10];
- длительность тренировки, мин.

По данным дневника спортсмена рассчитывались следующие индексы:

1. Монотонность тренировки – показатель вариативности/однообразия тренировки, обозначаемый как Intra-week Training Monotony (ITM):

$$ITM = \frac{SD}{D_{неделя}} \quad (1)$$

где SD – стандартное отклонение тренировочной нагрузки, $D_{неделя}$ – средняя нагрузка за неделю.

2. Индекс острой/хронической усталости – Acute-Chronic Workload Ratio (ACWR):

$$ACWR = \frac{D_{месяц}}{D_{неделя}} \quad (2)$$

где $D_{месяц}$ – средняя нагрузка за месяц, $D_{неделя}$ – средняя нагрузка за последнюю неделю.

3. Напряженность тренировки – показатель, позволяющий выявить перетренированность, а также риски развития заболеваний (Ex):

$$Ex = ITM \cdot \sum D_{неделя} \quad (3)$$

где $\sum D_{неделя}$ – суммарная нагрузка за неделю, ITM – монотонность тренировки.

4. Общая тренировочная нагрузка, воспринимаемая спортсменом по субъективным ощущениям ($D_{субъект}$):

$$D_{субъект} = \frac{t \cdot RPE}{10} \quad (4)$$

где t – длительность тренировки, RPE – субъективная оценка тяжести нагрузки (Rating of Perceived Exertion).

5. Суммарная объективная физическая нагрузка за одну тренировку - тренировочный импульс (TRIMP):

$$TRIMP = t \cdot \Delta ЧСС \cdot e^{(b \cdot \Delta ЧСС)} \quad (5)$$

где t – продолжительность тренировки, e – основание натурального логарифма (2.718), b – весовой коэффициент, равный 1.67 для женщин и 1.92 для мужчин, $\Delta ЧСС$, именуемый резервом ЧСС рассчитывается по формуле:

$$\Delta ЧСС = \frac{ЧСС_{ср} - ЧСС_{покоя}}{ЧСС_{макс} - ЧСС_{покоя}} \quad (6)$$

где $ЧСС_{ср}$ – средняя частота сердечных сокращений, $ЧСС_{покоя}$ – частота сердечных сокращений в покое, $ЧСС_{макс}$ – максимальная частота сердечных сокращений.

Результаты исследования

Для каждого студента-спортсмена были рассчитаны индексы, обозначенные в предыдущем разделе статьи и индивидуальная динамика некоторых индексов была отображена на графике.

Пример индивидуальной динамики основных показателей функционального состояния студентки-спортсменки представлен на рис. 1.

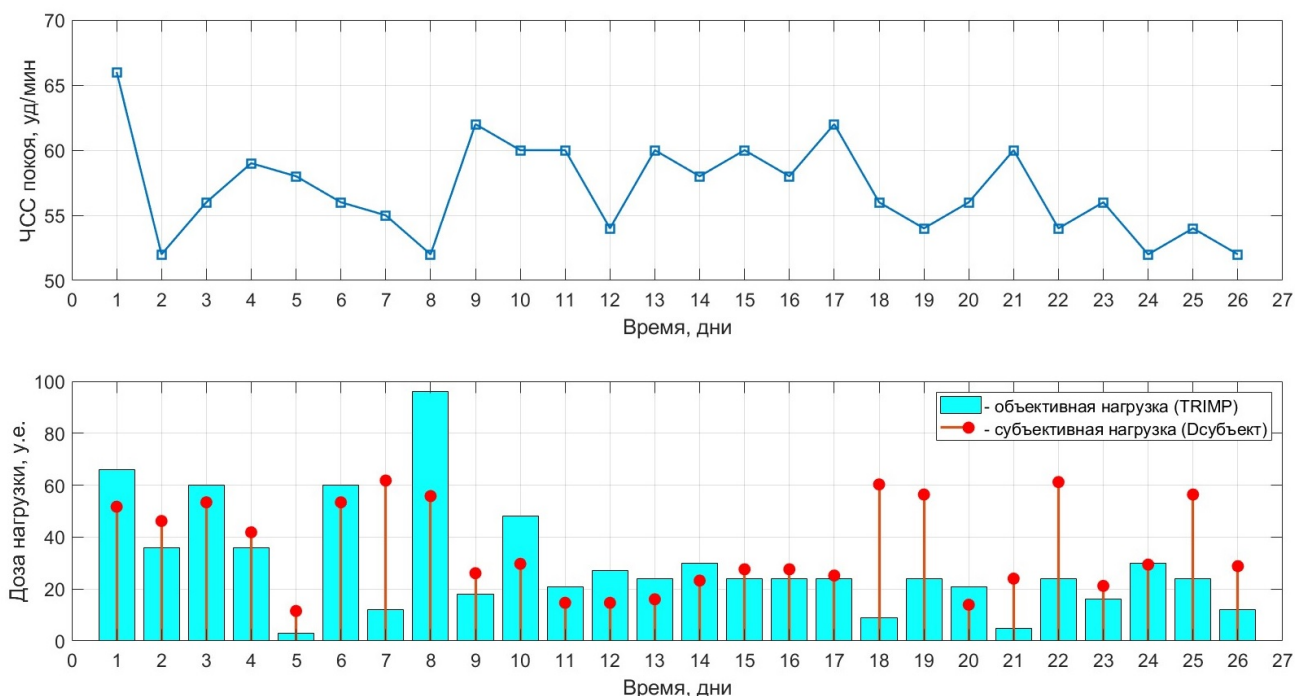


Рис. 1: Динамика ЧСС покоя, объективной и субъективной доз тренировочной нагрузки спортсменки (20 лет, мастер спорта по джиу-джитсу)

Fig. 1: Dynamics of resting heart rate, objective and subjective doses of training load of athlete (20 years old, master of sports in jiu-jitsu)

Сопоставление индивидуальной динамики важного параметра функционального состояния организма студентки-спортсменки спортивных единоборств (ЧССпокоя) с ее фактической дозой физической нагрузки позволяет наблюдать всплески ЧСС покоя более, чем на 10% на следующий день после высокой дозы нагрузки, например, на 9-й, 11-й и 15-й дни и её снижения после низкой нагрузки, например, на 6-й, 8-й, 12-й и 19-й дни. Пример индивидуальных средних значений и стандартных отклонений показателей самообследования представлен в [таблице 2](#)

Таблица 2: Средние значения показателей функционального состояния организма спортсменки П.К. (20 лет, мастер спорта по джиу-джитсу) и доз тренировочной нагрузки

Значения	ЧССпокоя, уд/мин	t, мин	ЧССраб, уд/мин	Дсубъект., у.е.	ITM, у.е.	Ех, у.е.	TRIMP, у.е.
Min	52	30	77	3	1,12	20	11,2
X-SD	53,4	38,1	84,9	8,8	0,8	35,2	16,4
X	56	60	94	24	2,2	62,5	29,7
X+SD	60,6	111	108,9	50,8	4,2	197,4	56
Max	66	120	134	96	8,7	232	74,8

Примечания: X – средние значения показателей, Max – максимальные значения показателей, $X \pm SD$ – значения, отличающиеся от среднего в пределах одного стандартного отклонения, Min – минимальные значения показателей.

Групповые значения функционального состояния и доз нагрузки.

Среднегрупповые значения показателей функционального состояния испытуемых, доз тренировочной нагрузки и уровня общего и спортивного стресса и восстановления представлены в [таблице 3](#).

Таблица 3: Параметры функционального состояния студентов-спортсменов, дозы тренировочной нагрузки, уровень общего, спортивного стресса и восстановления ($X \pm SD$)

Параметр	Все испытуемые		Единоборства спортивные		Игровые виды спорта	
	X	SD	X	SD	X	SD
ЧСС покоя, уд/мин	61,4	8,8	62,3	9,4	60,8	8,3
Длительность сна, часов	7,5	1,3	7,4	1,4	7,6	1,2
Утреннее общее состояние, балл	24,0	11,9	21,1	1,9	25,8	14,8
Продолжительность тренировки, мин	80,1	27,0	79,7	14,2	80,3	32,6
ЧСС рабочее, уд/мин	120,3	23,2	119,0	13,8	120,9	26,7
Доза нагрузки субъективная, у.е.	38,5	15,7	31,6	11,2	42,0	16,4
Монотонность нагрузки, у.е.	2,1	0,8	2,2	0,7	2,1	0,8
Напряженность тренировки, у.е.	107,4	51,7	105,6	53,3	108,2	51,0
Острая/хроническая усталость, у.е.	1,1	0,2	1,1	0,3	1,1	0,2
Доза нагрузки объективная, у.е.	55,0	31,5	70,2	34,7	49,2	28,0
Общий стресс, балл	1,8	0,5	1,7	0,5	1,8	0,4
Общее восстановление, балл	3,4	0,7	3,7	1,0	3,3	0,4
Спортивный стресс, балл	1,8	0,6	1,9	0,7	1,7	0,5
Спортивное восстановление, балл	3,3	0,7	3,4	0,8	3,2	0,7

Интегральный показатель функционального состояния.

Среднее значение интегрального показателя функционального состояния организма студентов-спортсменов составило 24 балла. Этот показатель рассчитывался как сумма баллов по следующим пунктам опросника [8]:

- самочувствие, - сон, - аппетит, - желание тренироваться, - настроение, - работоспособность. Каждый пункт оценивается по шкале: - 4 балла — «хорошо», - 3 балла — «удовлетворительно», - 2 балла — «плохо».

Опросник включал текстовые характеристики для каждого балла и пункта, которые помогают респонденту точнее описать свои субъективные ощущения (например, качество сна, аппетита и т.д.) [8]. Интерпретация результатов:

- 26 баллов и выше — состояние очень хорошее, - 22–25 баллов — хорошее, - 18–21 балл — удовлетворительное, - 14–17 баллов — плохое.

Таким образом, студенты-спортсмены в основном оценивали свое состояние как «хорошее».

Индекс монотонности, напряженности тренировок.

Известно, что интенсивные тренировки в сочетании с индексом монотонности более 2 становятся фактором риска развития заболеваний и перетренированности [3].

В группе обследованных спортсменов среднее значение индекса монотонности составило $2,12 \pm 0,8$ у.е.

В дополнение к индексу монотонности был использован индекс напряженности [1, 3, 11], также являющийся достоверным маркером риска развития заболеваний, который в исследовании составил $107,4 \pm 51,2$ у.е.

Индекс острой/хронической усталости и ЧСС в покое.

Значения индекса ACWR у студентов-спортсменов колебались в диапазоне от 0,88 до 1,11 баллов, что соответствует «золотой середине» по шкале норм и среднему риску травм [3, 11]. При этом средняя ЧСС покоя составляла 61 уд/мин.

Электронный дневник спортсмена как инструмент мониторинга.

Электронный дневник спортсмена, апробированный в данном исследовании, является эффективным инструментом оперативной обратной связи для тренеров и студентов-спортсменов. Он позволяет:

- принимать решения о коррекции тренировочной нагрузки на основе данных мониторинга ЧСС покоя, индекса монотонности, индекса напряженности тренировок, индекса ACWR;

- оценивать дозу тренировочной нагрузки комплексно, используя как объективные (TRIMP), так и субъективные (Dсубъект) методы оценки.

Внетренировочный стресс и восстановление.

Определение параметров внутренировочного стресса и восстановления студентов-спортсменов, включенных в электронный дневник, является важным дополнением к данным о тренировочной , что позволяет:

- выявить индивидуальные резервы спортсмена,
- проводить профилактику синдрома перетренированности,
- снижать риск травматизма.

Обсуждение результатов

Определение индивидуального среднего значения и стандартного отклонения важно для выявления нормального уровня величины, например, ЧСС покоя. Повышение ЧСС

покоя на 7-9 уд/мин (на 11 – 15%) выше своего среднего уровня предполагает отмену специфических интенсивных нагрузок и выполнение всех тренировок в низкоинтенсивной зоне. Повышение ЧСС на 11-15% в сочетании с чрезмерной усталостью подразумевает последующее уменьшение не только интенсивности, но и объема тренировок. При повышении ЧСС на 10 и более уд/мин (на 16% и более) рекомендуется полная отмена тренировок до тех пор, пока ЧСС не вернется к индивидуальному нормальному значению. Приведенные рекомендации о коррекции тренировочного объема и интенсивности по ЧСС покоя представлены в книге Федотовой Е.В. [14]. Они довольно общие, в каждом конкретном случае решение тренера основывается на комплексном подходе, но ЧСС покоя является широко известным параметром оценки реакции организма спортсмена на предшествующую тренировочную нагрузку [3, 4].

Выводы

1) Выявлены среднегрупповые значения и стандартные отклонения параметров функционального состояния организма и дозы физической нагрузки студентов-спортсменов игровых видов спорта и спортивных единоборств.

2) Апробирована электронная форма дневника спортсмена на квалифицированных студентах дневного обучения. Индекс ACWR спортсменов в среднем соответствует «золотой середине» и среднему уровню риска травм, в то время как индекс монотонности превышает нормальные значения.

Интегральный показатель функционального состояния организма студентов-спортсменов в среднем соответствовал значению «хорошо».

3) Сопоставление индивидуальной динамики параметров функционального состояния организмов студентов-спортсменов с фактической дозой физической нагрузки позволяет проводить текущий контроль подготовленности спортсмена и оперативно корректировать тренировочную нагрузку.

Список литературы

1. Гаврилова Е.А., Чурганов О.А. Итоги 100-летнего изучения проблемы перетренированности // Физиология человека. 2024. Т. 50. №4. С. 144-149. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0131164624040124> EDN: <https://elibrary.ru/BSJTMJ>
2. Опросник «Стресс-восстановление». Образовательный портал. Спортивная медицина [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--7sbbfmfrfa0bihcnqu5fvi.xn--p1ai/content/oprosnik-stress-vosstanovlenie> (дата обращения 01.12.2024).
3. Foster C., Rodriguez-Marroyo J.A., de Koning J.J. Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2017. Vol. 12, No 2, P. S2-2-S2-8. DOI: <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2016-0388>
4. Федоров А.И. Комплексный контроль в спорте: теоретико-методические, технические и информационные аспекты. Челябинск : Уральская государственная академия физической культуры, 2004. – 140 с. EDN: <https://elibrary.ru/ZBEJAF>
5. La Torre M.E., Monda A., Messina A., Ester la Torre M., Monda A., Stefano M., Monda V., Moscatelli F., Tafuri F., Saraiello E., Latino F., Monda M., Messina G., Polito R., Tafuri D. The Potential Role of Nutrition in Overtraining Syndrome: A Narrative Review // Nutrients. 2023. Vol. 15, No 23. Article 4916. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15234916>

6. *Kellman M., Kallus K.W.* Recovery-stress Questionnaire for Athletes: User Manual. Champaign I.L.: Human Kinetics, 2001. 73 P.
7. Форма заполнения опроса «Дневник спортсмена» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://forms.gle/PkLC7xDJVZe1iTWKA> (дата обращения 01.12.2024).
8. *Дударев И.П., Путивельский И.И.* Тренируйся сам. Киев: Здоров'я, 1986. – 152 с.
9. *Андреева А.М., Ваваев А.В., Козлов А.В.* Оценка индивидуального функционального состояния и реакции на тренировочную нагрузку юных спортсменов / Спорт. Человек. Здоровье. Материалы X Международного Конгресса, посвященного 125-летию со дня создания НГУ им. П. Ф. Лесгафта, 08–10 декабря 2021 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого 2021. – С. 47-49. DOI: <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/id21-178> EDN: <https://elibrary.ru/wfifhh>
10. *Акимов Е.Б., Алексеев В.М.* Эффекты продуцирования сенсорной напряженности во время велоэргометрической работы // Физиология человека. 2008. Т 34, № 6. С. 125-128. EDN: <https://elibrary.ru/jtxcjh>
11. *Lehmann M.J., Lormes W., Opitz-Gress A., Steinacker J.M., Netzer N., Foster C., Gastmann U.* Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports. // The Journal of sports medicine and physical fitness. 1997. Vol. 37, No 1. P. 7-17. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9190120/>
12. *Bowen L., Gross A.S., Gimpel M., Bruce-Low S., Li F.X.* Spikes in acute: chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. // British journal of sports medicine. 2020. Vol. 54, No 12. P. 731-738. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099422>
13. *Derman W., Badenhorst M., Eken M., Gomez-Ezeiza J., Fitzpatrick J., Gleeson M., Kunorozva L., Mjosund K., Mountjoy M., Sewry N., Schweltnus M.* Risk factors associated with acute respiratory illnesses in athletes: a systematic review by a subgroup of the IOC consensus on 'acute respiratory illness in the athlete'. // British Journal of Sports Medicine. 2022. Vol. 56, No 11. P. 639-650. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104795>
14. *Федотова Е.В.* Научно-методическое обеспечение подготовки спортивного резерва: настольная книга тренера. Москва: ПринтЛето, 2023 – 479 с.

Сведения об авторах

Андреева Альбина Маратовна – кандидат биологических наук, кафедра физиологии Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», лаборатория реабилитационной и спортивной психофизиологии Федерального исследовательского центра оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва.

E-mail: moymio@yandex.ru

Белицкая Любовь Александровна – кафедра физиологии Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», Москва.

E-mail: lubbel@mail.ru

Для цитирования:

Андреева А.М., Белицкая Л.А. Оценка индивидуального функционального состояния и дозы тренировочной нагрузки студентов-спортсменов с использованием электронного дневника спортсмена// Российский журнал информационных технологий в спорте. – 2025. – Т. 1, № 1. – С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.62105/2949-6349-2025-1-1-5-12> EDN: EDYGCN

For citation:

Belitskaya L.A., Andreeva A.M. Assessment of the individual functional state and dose of training load of student-athletes using a digital athlete's diary. *Russian Journal of Information Technology in Sports*, 2025, 1 (1), pp. 3–12 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.62105/2949-6349-2025-1-1-3-12> EDN: EDYGCN

Статья поступила в редакцию: 08.12.2024

Статья принята в печать: 10.02.2025

Статья опубликована: 24.02.2025