

и прогнозированию учебно-тренировочных нагрузок при анализе информации необходимо использовать методы интеллектуального анализа данных [7].

Поставленные задачи управления учебно-тренировочным процессом возможно реализовать при помощи создания информационной системы, которая согласно методологии SADT будет включать в себя функциональную модель процесса управления с декомпозицией функций до элементарных операций [8]. В результате наших исследований такая функциональная модель была разработана (рис. 1).

С целью формализации процесса физической подготовки разработаны математическая и функциональная модели, которые легли в основу создания информационной системы управления физической подготовкой занимающихся. Также обосновано предложение использования технологий Индустрии 4.0 для решения задач по автоматизации управления физической подготовкой студентов.

Положения данного подхода частично реализованы в учебном процессе на базе ФГБОУ ВО УУНиТ на кафедре физического воспитания по дисциплине «Физическая культура и спорт» на специализации «Пауэрлифтинг».

#### Литература

1. Big Data Systems Meet Machine Learning Challenges: Towards Big Data Science as a Service / R. Elshawi, S. Sakr, D. Talia, P. Trunfio // Big Data Research. – 2018. – Vol. 14. – P. 1–11. – DOI 10.1016/j.bdr.2018.04.004.
2. Gai K. Towards cloud computing: A literature review on cloud computing and its development trends / K. Gai, S. Li // Proceedings – 2012 4th International Conference on Multimedia and Security, MINES 2012, Nanjing, Jiangsu, 02–04.11.2012. – Nanjing, Jiangsu, 2012. – P. 142–146. – DOI 10.1109/MINES.2012.240.
3. Shkodyrev V. P. Technical systems control: From mechatronics to cyber-physical systems / V. P. Shkodyrev // Studies in Systems, Decision and Control. – 2016. – Vol. 49. – P. 3–6. – DOI 10.1007/978-3-319-27547-5\_1.
4. Цветков В. Я. Кибер физические системы / В. Я. Цветков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 6-1. – С. 64–65.
5. Искусственный интеллект в спортивной тренировке / П. П. Иванцов, А. Б. Лукьянов, Б. Г. Лукьянов, В. С. Степанов; Министерство культуры Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, 2021. – 265 с.
6. Гаврилкевич М. В. Введение в нейроматематику. Обзорное прикладное и промышленное математическое. – Т. 1. – Вып. 3. – М.: ТВП, 1994. – С. 381–388.
7. Манжула В. Г. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных / Манжула В. Г., Федяшов Д. С. // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 4. – С. 108–114.
8. Martynov V. Methods of virtual modeling of dynamic educational programs in terms different manufacturing sectors requirements / V. Martynov, E. Filosova, O. Shiryaev, P. Sakal // Journal of Physics: Conference Series : 4, Tambov, – Tambov, 2018. – P. 012006. – DOI 10.1088/1742-6596/1084/1/012006.

\* \* \*

УДК [612.512+577.121]:796.92  
doi:10.18720/SPBPU/2/id23-335

## НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАРКЕРЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

*Людина Александра Юрьевна, Бушманова Екатерина Андреевна*

*Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Республика Коми, Сыктывкар, Россия*

**Аннотация.** С целью прогнозирования новых маркеров физической работоспособности (ФР), основанных на показателях энергообмена, в лабораторных и моделируемых соревновательных условиях были обследованы лыжники-гонщики. Сопоставление данных контрольных забегов с результатами велоэргометрического тестирования продемонстрировали новые маркеры ФР, такие как энерготраты при физической нагрузке, скорость, вклад основных макронутриентов в энергообеспечение физической нагрузки, а также окисления жиров и углеводов.

**Ключевые слова:** физическая работоспособность, энерготраты, скорость окисления жиров, лыжники-гонщики.

## NEW PERSPECTIVE MARKERS OF PERFORMANCE ON THE SKIERS EXAMPLE

*Lyudinina Aleksandra Yurievna, Bushmanova Ekaterina Andreevna*

*Institute of Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Komi Republic, Syktyvkar, Russia*

**Abstract.** To predict new markers of physical performance (PP), based on the energy exchange indicators, cross-country skiers were examined in laboratory and competition simulated conditions. Comparison of the cyclo-ergometric test results with the test race data demonstrated new PP markers such as energy expenditure, the contribution of macronutrients, as well as fats and carbohydrates oxidation rate.

**Keywords:** performance, energy expenditure, rate of fat oxidation, skiers.

## Введение

Физическая работоспособность (ФР) обычно прогнозируется на основе таких показателей как, максимальное потребления кислорода (МПК), потребление кислорода на пороге анаэробного обмена (ПК ПАНО), мощность выполненной нагрузки, которые коррелируют с результативностью и являются валидными маркерами аэробной работоспособности (АР) [4; 5]. Большинство исследователей при оценке ФР и АР ориентируются только на показатель МПК. Однако показано, что в качестве перспективного надежного маркера АР можно использовать показатель максимальной скорости окисления жира (СОЖ) [2; 4], а так же важно учитывать вклад энергетических субстратов в энерготраты при физической нагрузке. Поэтому целью работы было спрогнозировать новые валидные маркеры физической работоспособности, основанные на показателях энергообмена, в лабораторных и моделируемых соревновательных условиях.

## Материалы и методы

В общеподготовительный период обследованы высококвалифицированные спортсмены (мужчины,  $n = 20$ ), занимающиеся циклическим видом спорта – лыжные гонки (возраст  $22,6 \pm 5,1$  лет; рост  $175,0 \pm 8,5$  см; масса тела  $66,2 \pm 8,6$  кг). Все спортсмены являются членами сборной Республики Коми по лыжным гонкам, часть из которых входит в сборную России.

Проводимое исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике при ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (от 28.12.2022), обследуемые дали информированное согласие на его проведение. Для оценки ФР участники выполнили велоэргометрическое тестирование с учетом всех необходимых показателей на системе Oхусон Pro (Jaeger, Германия), как было описано ранее [6]. В качестве удобной соревновательной модели был использован материал с контрольных забегов спортсменов (кросс, 3 км), которые проходили в одно время с лабораторным тестированием. Данные обработаны в программе Statistica (версия 12,6, StatSoftInc, 2015). Результаты представлены в виде  $M \pm SD$ . Значимость различий между показателями оценивали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ проводили по Спирмену. Различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Корреляционный анализ (рис. 1.) показал взаимосвязь между временем контрольного забега и показателями ФР в тесте «до отказа» такими как, максимальная СОЖ, количество потраченных макронутриентов за тест, частота сердечных сокращений (ЧСС), мощность нагрузки, энерготраты за тест, скорость окисления углеводов (СОУгл) и МПК, что совпадает с корреляционными значениями

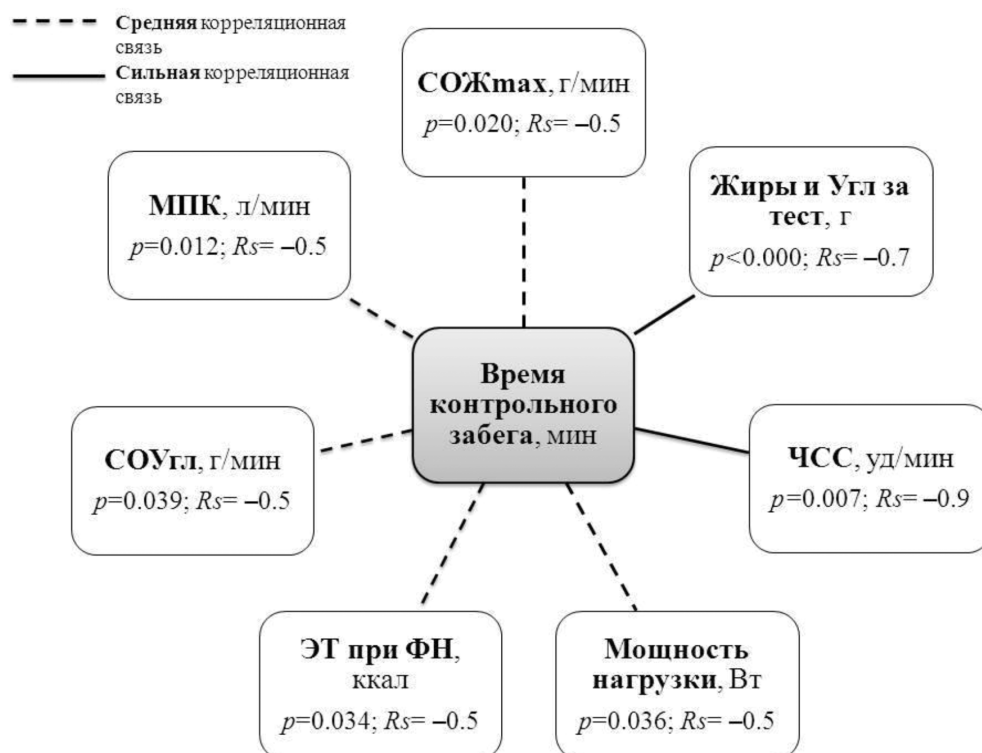


Рис. 1. Корреляционные связи времени контрольного забега с показателями физической работоспособности лыжников-гонщиков.

Примечание: СОЖmax – максимальная скорость окисления жиров, Угл – углеводы, ЧСС – частота сердечных сокращений, ЭТ при ФН – энерготраты при физической нагрузке, СОУгл – скорость окисления углеводов, МПК – максимальное потребление кислорода.

велозергометрического тестирования и свидетельствует о возможности прогнозирования результатов на удобной соревновательной модели, а также использование показателей энергообмена в оценке АР и ФР.

Дистанция 3 км не является спринтерским видом, однако в аэробное и анаэробное энергообеспечение ФР одновременно вовлекаются не только углеводы, но и жирные кислоты, причем выбор преобладающего энергетического субстрата напрямую зависит от степени тренированности организма, интенсивности и длительности ФН [1; 3; 4].

Установлено, что элитные спортсмены имеют повышенный потенциал утилизации жиров для экономизации углеводов, что позволяет отодвигать момент его истощения, следовательно, повышать продолжительность выполнения нагрузки и развивать выносливость [1; 2].

### Заключение

В результате данного исследования помимо хорошо зарекомендовавших себя показателей (МПК, ПК ПАНО, мощность выполняемой нагрузки, ЧСС), были выявлены новые маркеры физической и аэробной работоспособности, такие как энерготраты при физической нагрузке, вклад основных макронутриентов в энергообеспечение физической нагрузки, а также скорость окисления жиров и углеводов. Вышеизложенное актуализирует важность проведения дальнейших исследований в области поиска новых комплексных способов оценки физической и аэроб-

ной работоспособности, а так же прогнозирования спортивных результатов.

### Литература

1. **Andersson Hall U.** Whole-body fat oxidation increases more by prior exercise than overnight fasting in elite endurance athletes / U. Andersson Hall, F. Edin, A. Pedersen, K. Madsen // *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. — 2016. — V.41, №4. — P. 430–437. DOI: 10.1139/apnm-2015-0452.
2. **Lyudinina A. Y.** Dietary and plasma blood  $\alpha$ -linolenic acid as modulators of fat oxidation and predictors of aerobic performance / A. Y. Lyudinina, E. A. Bushmanova, N. G. Varlamova, E. R. Bojko // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. — 2020. — V. 17, № 1: 57. DOI: 10.1186/s12970-020-00385-2.
3. **Melzer K.** Carbohydrate and fat utilization during rest and physical activity / K. Melzer // *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*. — 2011. — № 6. — P. e45–52. DOI:10.1016/j.eclnm.2011.01.005.
4. **Rømer T.** The relationship between peak fat oxidation and prolonged double-poling endurance exercise performance / T. Rømer, M. Thunestvedt Hansen, J. Frandsen, S. Larsen, F. Dela, J. Wulff Helge // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. — 2020. — V.30, №11. — P. 2044–2056. DOI: 10.1111/sms.13769.
5. **Westerterp K. R.** Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects / K. R. Westerterp // *Frontiers in Physiology*. — 2013. — V.4:90. DOI: 10.3389/fphys.2013.00090.
6. **Бойко Е. Р.** Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта / Е. Р. Бойко // Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2019. — 256 с.

\* \* \*

УДК 796/799

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-336

## ОСОБЕННОСТИ СУБЪЕКТОВ ВОСПИТАТЕЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ СПОРТИВНОЙ ШКОЛЫ

**Манжелей Ирина Владимировна, Гура Клавдия Михайловна**

*Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия,*

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения гендерных особенностей субъектов воспитательно-образовательной среды спортивной школы. Выявлено, что все субъекты высоко ценят в спортсменах-подростках дисциплинированность, целеустремленность, ответственность и трудолюбие. Спортсмены и родители считают себя сначала патриотами семьи и страны, а затем населенного пункта и учреждения.

**Ключевые слова:** воспитание, спортивная среда, гендерные особенности, трудности, значимые качества спортсмена-подростка, патриотизм.

## FEATURES OF SUBJECTS OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF A SPORTS SCHOOL

**Manzheley Irina Vladimirovna, Goura Klavdia Mikhailovna**

*Tyumen state University, Tyumen, Russia*

**Abstract.** The article presents the results of studying the gender characteristics of the subjects of the educational environment of a sports school. It was revealed that all subjects highly appreciate discipline, dedication, responsibility and diligence in teenage athletes. Athletes and parents consider themselves first as patriots of the family and the country, and then of the locality and institution.

**Key words:** education, sports environment, gender characteristics, difficulties, significant qualities of a teenage athlete, patriotism.