

2. Применение антиоксидантных препаратов в педиатрической практике / И. Н. Захарова, Т. М. Творогова, Е. В. Скоробогатова, Е. Г. Обычная // Трудный пациент. – 2010. – Т. 8, № 3. – С. 33-36.
3. Нагорная, Н. В. Оксидативный стресс: влияние на организм человека, методы оценки / Н. В. Нагорная, Н. А. Четверик // Здоровье ребенка. – 2010. – № 2 (23). – С. 140-145.
4. Wound healing activity of aqueous dispersion of fullerene C₆₀ produced by «green technology» / N. Shershakova, S. M. Andreev, A. A. Tomchuk [et al.] // Nanotechnology, Biology, and Medicine. – 2023. – Vol. 47. – P. 102619-102627.
5. In vitro assay of singlet oxygen generation in the presence of water-soluble derivatives of C₆₀ / B. Vilenko, A. Sienkiewicz, M. Lekka [et al.] // Carbon. – 2004. – Vol. 42, № 5-6. – P. 1195-1198.
6. Талантов, П. В. Доказательная медицина от магии до поисков бессмертия / П. В. Талантов. – Москва : АСТ: CORPUS, 2019. – 560 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И КИСЛОРОДНОГО ПУЛЬСА У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

**Титова Е. М.^{1,2}, Бородина Е. С.^{1,2}, Шило Д. Д.², Олещеня Т. С.²,
Лушков А. А.¹, Захаревич А. Л.²**

¹*Белорусский государственный университет*

²*Республиканский научно-практический центр спорта
Минск, Беларусь*

Введение. Аллостаз представляет собой процесс достижения стабильности организма через изменение регуляторных механизмов в ответ на хронический стресс. В спортивной физиологии в качестве одного из основных хронических стрессоров рассматриваются систематические тренировочные нагрузки. Вегетативная нервная система играет важную роль в опосредовании аллостатических сдвигов, возникающих в процессе физиологической регуляции организма [1]. Высокоинтенсивные нагрузки активируют аллостатические механизмы регуляции, которые проявляются в изменении эффективности транспорта и потребления кислорода. Количество кислорода, выбрасываемое сердцем в кровоток за одно сокращение (кислородный пульс), зависит от многих факторов и один из них – вегетативная регуляция сердечного ритма [2]. Кислородный пульс (КП) является важным интегральным показателем, который характеризует аэробную работоспособность (эффективность) спортсмена [3]. Исследования взаимосвязи вегетативной регуляции с аэробной эффективностью проводились в основном у мужчин отдельных видов спорта [4, 5].

Цель. Анализ взаимосвязи показателей вариабельности ритма сердца (ВРС) в покое с кислородным пульсом, регистрируемым в ходе нагрузочного тестирования с газоанализом у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса.

Методы исследования. Исследование выполнялось на базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта» в лаборатории медико-биологических исследований. Максимальное нагрузочное тестирование с газоанализом на велоэргометре выполняли 940 мужчин 18-29 лет. Спортсмены были объединены в 4 группы видов спорта, в зависимости от специфики движений, структуры соревновательной и тренировочной деятельности по классификации Платонова В.Н. [6]: циклические (381 человек), игровые (267 человек), сложнокоординационные (104 человека) виды спорта и представители единоборств (188 человек). Регистрация ВРС проводилась на аппаратно-программном комплексе «Поли-Спектр» до выполнения нагрузочного тестирования, регистрировались показатели спектрального (TP, мс^2 , HF, мс^2 , LF, мс^2 , VLF, мс^2 , LF/HF) и временного анализа (SDNN, мс, RMSSD, мс, pNN50,%). В ходе выполнения нагрузочной пробы со ступенчатовозрастающей нагрузкой измерялся объем потребляемого кислорода (л/мин) и частота сердечных сокращений (уд/мин), определялся кислородный пульс исходно сидя, на первой ступени нагрузки, на уровне порога анаэробного обмена, на пике нагрузки, на первой и пятой минуте восстановления ($\text{КП, мл/уд} = \text{VO}_{2\text{max}}/\text{ЧСС}_{\text{max}} \cdot 1000$). Полученные данные были систематизированы и проанализированы с использованием программы STATISTICA (версия 10.0, StatSoft.Inc). Силу и направленность связей между показателями кислородного пульса и показателями ВРС в группах определяли с расчетом коэффициента корреляции Спирмана (r) (статистически значимые связи при $p \leq 0,05$). Исследование проводилось в соответствии с действующей версией Хельсинской декларации. Все спортсмены дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты и их обсуждения. При анализе полученных данных выявлены достоверные корреляционные разнонаправленные взаимосвязи кислородного пульса с наиболее значимыми спектральными и временными показателями ВРС.

У представителей игровых видов спорта выявлена слабая взаимосвязь кислородного пульса в покое с уровнем низкочастотных колебаний спектра (LF) – $r=0,121$ ($p \leq 0,05$).

У представителей единоборств выявлена слабая отрицательная связь кислородного пульса на пике нагрузки с высокочастотными колебаниями спектра (HF) и RMSSD – $r=-0,147$ и $r=-0,145$ соответственно ($p \leq 0,05$).

У представителей сложнокоординационных видов спорта зарегистрирована слабая положительная взаимосвязь показателя pNN50 с кислородным пульсом в покое и на пятой минуте восстановления – $r=0,224$ и $r=0,272$ соответственно ($p \leq 0,05$). У этих спортсменов также выявлена слабая отрицательная связь показателя симпатовагусного баланса (LF/HF) с кислородным пульсом на первой ступени нагрузки, на пороге анаэробного обмена и на первой минуте восстановления – $r=-0,221$, $r=-0,193$ и $r=-0,234$ соответственно ($p \leq 0,05$).

У представителей циклических видов спорта значимых коэффициентов корреляции кислородного пульса и показателей ВРС не выявлено.

Выводы. Таким образом, выявленные корреляционные связи между показателями вариабельности сердечного ритма и кислородным пульсом у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса были слабые, но статистически достоверные.

Слабые корреляционные связи кислородного пульса с показателями ВРС, вероятно, обусловлены неоднородностью выборки и индивидуальным разбросом данных, поскольку каждая группа исследования объединяла разные спортивные специализации. Для проверки выявленных тенденций необходимы дальнейшие исследования с учетом конкретного вида спорта. Количество значимых корреляций КП с показателями ВРС различались в зависимости от группы видов спорта и этапа нагрузочного тестирования, что может указывать на специфичность адаптации вегетативной регуляции с учетом направленности тренировочного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Monitoring Training Adaptation and Recovery Status in Athletes Using Heart Rate Variability via Mobile Devices: A Narrative Review // M. R. Esco, A. D. Fields, M. A. Mohammadnabi [et al.] // Sensors (Basel, Switzerland). – 2026. – Vol. 26, № 1. – P. 1-24.
2. Predefined vs data-guided training prescription based on autonomic nervous system variation: A systematic review / P. Düking, C. Zinner, J. L. Reed [et al.] // Scand J Med Sci Sports. – 2020. – Vol. 30, № 12. – P. 2291-2304.
3. Physiological Function during Exercise and Environmental Stress in Humans-An Integrative View of Body Systems and Homeostasis / G. Travers, P. Kippelen, S. J. Trangmar [et al.] // Cells. – 2022. – Vol. 11, № 3. – P. 1-36.
4. Кудря, О. Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности / О. Н. Кудря, Л. Е. Белова, Л. В. Капилевич // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2012. – № 356. – С.162-166.
5. Марков, А. Л. Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков с разным уровнем максимального потребления кислорода / А. Л. Марков // Экология человека. – 2022. – Т. 29, № 10. – С. 741-748.
6. Платонов, В. Н. Общая теория и методика подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – Киев : Олимпийская литература, 1997. – 583 с.