

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА АНАЭРОБНОЙ ГЛИКОЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

И.А. Криволапчук^{1,2,3}, А.А. Герасимова¹, В.В. Мышьяков⁴, В.П. Чичерин³

¹Институт возрастной физиологии Российской академии образования, г. Москва, Россия,

²Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия,

³Государственный университет управления, г. Москва, Россия,

⁴Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь

Цель исследования – выявить влияние фактора «анаэробные гликолитические возможности организма» на функциональное состояние (ФС) и эффективность когнитивной деятельности детей младшего школьного возраста. **Материал и методы.** В исследовании приняли участие дети 7–8 ($n = 181$) и 9–10 ($n = 168$) лет, отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Использовался комплекс показателей, характеризующих физиологические, психологические и поведенческие аспекты ФС организма, физическую работоспособность и двигательную подготовленность. **Результаты.** В ходе исследования в качестве одного из ведущих факторов, характеризующих структуру физической работоспособности детей 7–8 и 9–10 лет, выделены анаэробные гликолитические возможности организма. Установлено, что ФС школьников 7–8 и 9–10 лет в условиях спокойного бодрствования и информационных нагрузок зависит от уровня развития анаэробных гликолитических возможностей организма. На основе применения дисперсионного анализа были получены данные, свидетельствующие, что анаэробные гликолитические возможности организма оказывают статистически значимое ($p < 0,05–0,001$) воздействие на фоновую активированность, психофизиологическую реактивность и эффективность напряженной познавательной деятельности, уровень тревожности. Сила влияния фактора анаэробной гликолитической работоспособности на изменения различных показателей ФС находилась в диапазоне от 4 до 9 %. **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют, что анаэробные гликолитические возможности являются ведущим фактором, определяющим не только внутреннюю структуру физического состояния детей младшего школьного возраста и ее изменения в возрастном аспекте, но и особенности психофизиологических сдвигов ФС при напряженной информационной нагрузке.

Ключевые слова: функциональное состояние, физическая работоспособность, уровень анаэробных гликолитических возможностей, напряженная когнитивная деятельность, факторный и дисперсионный анализ.

Введение. В настоящее время в большинстве исследований анализируется воздействие аэробных возможностей на функциональное состояние (ФС) организма, когнитивные функции и здоровье различных групп населения, в то же время работы, направленные на изучение оздоровительных эффектов анаэробных возможностей, встречаются значительно реже [13, 14, 17–19]. Кроме того, в опубликованных немногочисленных работах, как правило, не учитывается специфичность функциональных эффектов нагрузок анаэробной гликолитической и анаэробной алактатной направленности. Вместе с тем известно, что физиологиче-

ские механизмы адаптации к физическим упражнениям анаэробного алактатного и анаэробного гликолитического характера имеют существенные отличия [1, 8, 11, 15]. Эти отличия находят проявление на всех уровнях: от субклеточного до уровня целого организма [1]. Уместно предположить, что учет отмеченных особенностей энергообеспечения мышечной работы в процессе исследований позволит получить новые данные о специфике влияния биоэнергетических факторов физической работоспособности на ФС организма, психофизиологическую цену и эффективность напряженной когнитивной деятельности.

Цель исследования – выявить влияние фактора «анаэробные гликолитические возможности организма» на функциональное состояние (ФС) и эффективность когнитивной деятельности детей младшего школьного возраста.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие дети 7–8 (n = 181) и 9–10 (n = 168) лет, отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

Когнитивная нагрузка различной степени напряженности моделировалась на основе использования буквенных таблиц В.Я. Анфилова. Тестовая нагрузка выполнялась с комфортной (автотемп) и максимальной скоростью (максимальный темп) [4]. По результатам реализации задания определяли количество просмотренных знаков (А) и рассчитывали коэффициент продуктивности (Q).

Регистрация ω -потенциала (ОП), характеризующего ФС головного мозга, осуществлялась с поверхности кожи головы с использованием усилителя постоянного тока с большим входным сопротивлением [2].

Измерение ЭКГ-сигнала производилось в положении сидя во II стандартном отведении [10]. Определяемые параметры: средняя продолжительность R-R интервала (RRNN), мода (Mo), амплитуда моды (AMo), среднеквадратическое отклонение (SDNN), разброс кардиоинтервалов (MxDMn), стресс-индекс (SI), частота сердечных сокращений (ЧСС) [10].

Систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление крови регистрировали на основе аускультативного метода Н.С. Короткова в соответствии с рекомендациями ВОЗ с помощью откалиброванного стандартного anerоидного сфигмоманометра. На основе выполненных измерений рассчитывали среднее давление (СрАД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ИК).

Для измерения уровня стресса и тревожности применяли восьмицветовой тест Люшера, проективную методику Тэммл, модифицированную шкалу тревожности Кондаша, опросник Филлипса [3]. Работа проводилась в группах и индивидуально.

Для описания физической работоспособности использовали комплекс методик и показателей, пригодных для работы с детьми. Аэробную работоспособность оценивали на основе определения максимального потребле-

ния кислорода (МПК), показателя мощности нагрузки при пульсе 170 уд./мин (PWC170), ватт-пульса (ВтП), коэффициента b уравнения Muller, времени удержания нагрузки 2 Вт/кг ($t_{2\text{Вт/кг}}$), показателей мощности нагрузки, предельное время выполнения которых составляет 240 (W240) и 900 с (W900), интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД) после нагрузки большой мощности [8].

Анаэробную работоспособность оценивали на основе определения времени удержания нагрузки 4 Вт/кг ($t_{4\text{Вт/кг}}$), мощности нагрузок, предельное время выполнения которых составляет 1 (W1) и 40 с (W40), ИНПД после нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности, показателя максимальной силы (МС) [8].

Комплекс тестов двигательной подготовленности включал: прыжок в длину с места; челночный бег 4×9 м; бег 20 метров; шестиминутный бег; наклон вперед; поднимание туловища из положения «лёжа на спине».

Для выявления структуры физической работоспособности и наиболее информативных показателей анаэробных гликолитических возможностей организма применяли факторный анализ по методу главных компонент. В ходе дальнейшей работы на основе дисперсионного анализа однофакторных неравномерных комплексов проводили оценку влияния фактора «анаэробная гликолитическая работоспособность» на ФС [5]. Силу влияния данного фактора на результирующий признак (h_x^2) определяли с помощью подхода, предложенного Н.А. Плохинским [5]. Значимость сдвигов оценивалась на основе F-критерия Фишера.

Результаты исследования и их обсуждение. В процессе исследования в структуре физической работоспособности детей 7–8 и 9–10 лет на основе факторного анализа выделены 5 независимых факторов, характеризующих аэробные и анаэробные возможности организма. Вклад этих факторов в суммарную дисперсию переменных превысил 77 и 88 % соответственно. Необходимо отметить, что фактор анаэробной гликолитической работоспособности в структуре физического состояния детей 7–8 лет занимал вторую позицию, а 9–10 лет – первую позицию.

У детей 7–8 лет в состав данного фактора со значимыми весами вошли такие показатели, как $t_{4\text{Вт/кг}}$, W40, ИНПД $_{4\text{Вт/кг}}$, поднимание

Таблица 1
Table 1

Состав показателей фактора анаэробной гликолитической работоспособности
у детей 7–8 и 9–10 лет
The composition of anaerobic glycolytic performance in children aged 7–8 and 9–10 years

Показатель / Parameter	Факторная нагрузка / Factor load	
	7–8 лет / 7–8 years	9–10 лет / 9–10 years
$t_{4ВТ/кг}$, с / $t_{4W/kg}$, s	0,918	0,840
W40, Вт/кг / W40, W/kg	0,904	0,866
ИНПД _{4ВТ/кг} , уд./с / IPDA _{4W/kg} , beat/s	-0,491	-0,718
Подн. туловища за 1 мин, раз / Trunk lift test per 1 min, times	0,504	0,581
W1, Вт/кг / W1, W/kg	0,358	0,511
МС, кг / MF, kg	–	0,628
А, отн. ед. / A, rel. un.	-0,513	–
ИНПД (после спринта), уд./с / IPDA (after sprint), beat/s	–	-0,576
Вклад фактора в обобщенную дисперсию, % The contribution of the factor to the generalized variance, %	18 %	38 %

туловища за 1 мин, коэффициент А уравнения Muller и W1 (табл. 1).

У детей 9–10 лет данный фактор объединял такие переменные, как $t_{4ВТ/кг}$, W40, ИНПД_{4ВТ/кг}, поднимание туловища за 1 мин, W1, МС и ИНПД после спринтерского бега (см. табл. 1).

С учетом полученных результатов определение уровня анаэробной работоспособности проводили на основе использования 4 показателей, характеризующихся высокими факторными коэффициентами в структуре анаэробных гликолитических возможностей организма детей обследуемых возрастных групп: $t_{4ВТ/кг}$, W₄₀, ИНПД_{4ВТ/кг}, результаты выполнения теста «поднимание туловища за одну минуту». Высокому уровню соответствовала оценка в 3 балла, среднему – 2 балла, низкому – 1 балл. В итоге выделялись 3 градации оценок по рассматриваемому фактору.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа были получены данные, свидетельствующие, что анаэробный гликолитический компонент физической работоспособности оказывает статистически значимое ($p < 0,05-0,01$) влияние на 7 показателей ФС детей 7–8 лет, зарегистрированных при спокойном бодрствовании и тестовых когнитивных нагрузках, а также непосредственно в ходе учебного процесса: Mo_0 , ЧСС₀, СД₀, ДП₁, RRNN₂, СД₂, QПТ_{до} (табл. 2). Величина влияния данного фактора находилась в диапазоне от 5 до 7 %.

У детей 9–10 лет анаэробная гликолитическая способность статистически значимо воздействует на 22 показателя ФС: RRNN₀,

AMo_0 , SI₀, ЧСС₀, СД₀, ПД₀, ДП₀, ЧСС₁, ДП₁, ВИК₁, RRNN₂, Mo_2 , СД₂, ДП₂, ПД₂, QBT_{после}, QПТ_{до}, QПТ_{после}, межличностная, школьная, общая тревожность, индекс тревожности. Сила влияния фактора анаэробной гликолитической работоспособности для различных переменных находилась в диапазоне от 4 до 9 % (см. табл. 2). Очевидно, что в возрасте 9–10 лет анаэробный гликолитический компонент физической работоспособности оказывает более выраженное воздействие на изучаемые физиологические, психологические и поведенческие показатели ФС, чем в возрасте 7–8 лет.

В ряде исследований показано, что анаэробные упражнения наряду с аэробными стимулируют познавательное развитие человека, способствуют утилизации потенциально вредных продуктов психосоциального стресса, повышают сопротивляемость организма эмоциональному напряжению и информационным перегрузкам, снижают уровень тревожности и депрессии [13, 14, 17–19]. Вместе с тем дифференциальный анализ особенностей ФС детей при напряженной когнитивной деятельности с учетом уровня развития анаэробных гликолитических и анаэробных алактатных возможностей организма в рассматриваемых работах не проводился.

Результаты данного исследования свидетельствуют, что анаэробные гликолитические компоненты физической работоспособности в значительной степени определяют уровень неспецифической активации ЦНС, эффективность и психофизиологическую цену когнитивной деятельности, выраженность различных синдромов тревожности.

Влияние анаэробного гликолитического компонента физической работоспособности на ФС детей 7–8 и 9–10 лет (однофакторный дисперсионный анализ)
The effect of anaerobic glycolytic component on the functional status of children aged 7–8 and 9–10 years (univariate analysis of variance)

Показатель / Parameter	p	Влияние (h _x ²), % / Impact (h _x ²), %
7–8 лет / 7–8 years		
Мо ₀ , мс / Мо ₀ , ms	p < 0,05	5,85
ЧСС ₀ , уд./мин / HR ₀ , bpm	p < 0,05	7,11
СД ₀ , мм рт. ст. / SBP ₀ , mm Hg	p < 0,01	7,08
ДП ₁ , отн. ед. / DP ₁ , rel. units	p < 0,05	7,04
RRNN ₂ , мс / RRNN ₂ , ms	p < 0,05	5,98
СД ₂ , мм рт. ст. / SBP ₂ , mm Hg	p < 0,05	6,82
Q (пятница до уроков), отн. ед. / Q (friday before classes), rel. units	p < 0,01	5,21
9–10 лет / 9–10 years		
RRNN ₀ , мс / RRNN ₀ , ms	p < 0,05	5,55
SDNN ₀ , мс / SDNN ₀ , ms	p < 0,05	5,42
АМо ₀ , % / АМо ₀ , %	p < 0,05	4,86
SI ₀ , отн. ед. / SI ₀ , rel. units	p < 0,05	4,96
ЧСС ₀ , уд./мин / HR ₀ , bpm	p < 0,05	4,79
СД ₀ , мм рт. ст. / SBP ₀ , mm Hg	p < 0,01	7,46
ПД ₀ , мм рт. ст. / PBP ₀ , mm Hg	p < 0,05	5,36
ДП ₀ , отн. ед. / DP ₀ , rel. units	p < 0,01	9,04
ЧСС ₁ , уд./мин / HR ₁ , bpm	p < 0,05	6,04
ДП ₁ , отн. ед. / DP ₁ , rel. units	p < 0,05	4,53
ВИК ₁ , отн. ед. / AIK, rel. units	p < 0,05	4,79
RRNN ₂ , мс / RRNN ₂ , ms	p < 0,05	3,99
Q (вторник после уроков), отн. ед. / Q (tuesday after classes), rel. units	p < 0,05	4,45
Q (пятница до уроков), отн. ед. / Q (friday before classes), rel. units	p < 0,01	4,02
Q (пятница после уроков), отн. ед. / Q (friday after classes), rel. units	p < 0,01	8,15
Межличностная тревожность, балл / Interpersonal anxiety, score	p < 0,05	5,98
Самооценочная тревожность, балл / Self-assessment anxiety, score	p < 0,05	5,11
Общая тревожность, балл / General anxiety, score	p < 0,05	6,67
Школьная тревожность, балл / School anxiety, score	p < 0,05	4,83
Индекс тревожности, % / Anxiety Index, %	p < 0,05	5,13

Примечание. Индексы 0, 1, 2 – показатели ФС в покое, при информационной нагрузке в авто- и максимальном темпе соответственно.

Note. Indices 0, 1, 2 – the indicators of the functional status at rest and under information load at auto- and maximum tempo respectively.

Выявленная специфика влияния анаэробных гликолитических возможностей организма на ФС детей 7–8 и 9–10 лет, вероятно, в значительной степени определяется особенностями развития отдельных составляющих системы энергетического обеспечения мышечной деятельности у детей в препубертатном периоде [8, 11, 12, 16]. Известно, что к 7–9 годам у большинства детей наблюдается поступательное развитие всех механизмов энергообеспечения, к 9–10 годам отмечается расцвет аэробных возможностей, который примерно к

10–13 годам сменяется на умеренный рост анаэробных алактатных и анаэробных гликолитических возможностей на фоне отсутствия изменений аэробной производительности организма [8]. Наряду с этим в возрасте 9–10 лет отмечаются выраженные изменения системы регуляции произвольных движений, обеспечивающие включение всех уровней и структур, участвующих в реализации двигательных действий [9]. Существенные изменения в формировании двигательной функции и функционировании системы энергетического обеспе-

чения мышечной деятельности в этот период сопряжены с выраженными преобразованиями в деятельности центральной нервной системы и других физиологических систем [7, 9]. В частности, к 9–10 годам отмечаются качественные перестройки нейрофизиологических регуляторных механизмов, связанных с созреванием неокортекса и его связей с другими отделами мозга, определяющими эффективность познавательной деятельности [6, 7].

Заключение. В ходе исследования установлено, что анаэробные гликолитические возможности являются одним из ведущих факторов в структуре физической работоспособности детей 7–8 и 9–10 лет, включающим одни и те же наиболее информативные показатели.

На основе применения дисперсионного анализа получены данные, свидетельствующие, что от уровня развития анаэробных гликолитических возможностей зависит функциональное состояние школьников 7–8 и 9–10 лет: выявлено значимое воздействие на фоновую активированность, психофизиологическую реактивность и эффективность напряженной познавательной деятельности, уровень тревожности. Сила влияния фактора анаэробной гликолитической работоспособности на изменения показателей ФС детей рассматриваемых возрастных групп находилась в пределах 4–9 %.

Установлено, что анаэробный гликолитический компонент физической работоспособности оказывает более существенное воздействие на физиологические, психологические и поведенческие показатели ФС детей 9–10 лет по сравнению с детьми 7–8 лет.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-013-00093).

Литература

1. Волков, Н.И. *Биоэнергетика спорта: моногр.* / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Совет. спорт, 2011. – 160 с.
2. Илюхина, В.А. *Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека* / В.А. Илюхина. – СПб.: Изд-во Н.-Л., 2010. – 368 с.
3. Костина Л.М. *Методы диагностики тревожности* / Л.М. Костина. – СПб.: Речь, 2006. – 198 с.
4. Криволапчук, И.А. *Эффективность*

использования физических упражнений для управления функциональным состоянием тревожных детей 6–8 лет / И.А. Криволапчук // *Физиология человека.* – 2011. – Т. 37, № 5. – С. 61–72.

5. Лакин, Г.Ф. *Биометрия* / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

6. *Мозговые механизмы формирования познавательной деятельности в дошкольном и младшем школьном возрасте* / под ред. Р.И. Мачинской, Д.А. Фарбер. – М.: НОУ ВПО «МПСУ»; Воронеж: МОДЭК, 2014. – 440 с.

7. *Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка* / под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2009. – 432 с.

8. Сонькин, В.Д. *Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе* / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.

9. *Физиология развития ребенка: рук. по возрастной физиологии* / под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2010. – 768 с.

10. Шлык, Н.И. *Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов* / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.

11. *Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults* / J.J. Kaczor, W. Ziolkowski, J. Popinigis, M.A. Tarnopolsky // *Pediatr Res.* – 2005. – Vol. 57, № 3. – P. 331–335.

12. Armstrong, N. *Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance?* / N. Armstrong, A.R. Barker, A.M. McManus // *Br J Sports Med.* – 2015. – Vol. 49, № 13. – P. 860–864.

13. *Cardiovascular reactivity, stress, and physical activity* / C.J. Huang, H.E. Webb, M.C. Zourdos, E.O. Acevedo // *Front Physiol.* – 2013. – Vol. 7, № 4. – P. 314–318.

14. *Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis* / J.W. de Greeff, R. J. Bosker, J. Oosterlaan et al. // *J Sci Med Sport.* – 2018. – Vol. 21, № 5. – P. 501–507.

15. *Physiology of Sport and Exercise* / W.L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill. – Published by Champaign, IL; Human Kinetics, 2015. – 640 p.

16. *Metabolic and Fatigue Profiles Are Comparable Between Prepubertal Children and Well-Trained Adult Endurance Athletes* / A. Bi-

rat, P. Bourdier, E. Piponnier et al. // *Front Physiol.* – 2018. – Vol. 24, № 9. – P. 387.

17. *Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review* / J.E. Donnelly, C.H. Hillman, D. Castelli et al. // *Med Sci Sports Exerc.* – 2016. – Vol. 48, № 6. – P. 1223–1224.

18. *Protective effect of interval exercise on psychophysiological stress reactivity in children* /

J.N. Roemmich, M. Lambiase, S.J. Salvy, P.J. Horvath // *Psychophysiology.* – 2009. – Vol. 46, № 4. – P. 852.

19. *The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis* / C. Álvarez-Bueno, C. Pesce, I. Cavero-Redondo et al. // *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* – 2017. – Vol. 56, № 9. – P. 729–738.

Криволапчук Игорь Альерович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией физиологии мышечной деятельности и физического воспитания, Институт возрастной физиологии Российской академии образования, 119121, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8, корп. 2; профессор кафедры физической культуры и здоровья, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, г. Москва, Ленинский проспект, 4; профессор кафедры физической культуры, Государственный университет управления, 109542, г. Москва, Рязанский проспект, 99. E-mail: i.krivolapchuk@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8628-6924.

Герасимова Анастасия Альеровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии мышечной деятельности и физического воспитания, Институт возрастной физиологии Российской академии образования. 119121, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8, корп. 2. E-mail: gerasimova.aa@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6124-9457.

Мышьяков Владимир Васильевич, старший преподаватель кафедры спортивных дисциплин, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Ожешко, 22. E-mail: vmyshakov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1555-4853.

Чичерин Вадим Петрович, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой физической культуры, Государственный университет управления. 109542, г. Москва, Рязанский проспект, 99. E-mail: 5052726@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4884-4635.

Поступила в редакцию 10 ноября 2019 г.

DOI: 10.14529/hsm19s204

THE EFFECT OF ANAEROBIC GLYCOLYTIC PERFORMANCE ON THE FUNCTIONAL STATUS AND COGNITIVE EFFICIENCY IN PRIMARY SCHOOLCHILDREN

I.A. Krivolapchuk^{1, 2, 3}, i.krivolapchuk@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8628-6924,

A.A. Gerasimova¹, gerasimova.aa@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6124-9457,

V.V. Myshiakov⁴, vmyshakov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1555-4853,

V.P. Chicherin³, 5052726@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4884-4635

¹Institute of Developmental Physiology, Russian Academy of Education, Moscow, Russian Federation,

²National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, Russian Federation,

³State University of Management, Moscow, Russian Federation,

⁴Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Respublika Belarus'

Aim. The aim of the article is to establish the effect of anaerobic glycolytic performance on the functional status and cognitive efficiency in primary schoolchildren. **Materials and methods.** Children aged 7–8 (n = 181) and 9–10 (n = 168) years participated in the study. All children belong to the main health group. A set of indicators characterizing physiological, psychological,

and behavioral aspects, as well as physical performance and motor fitness was studied. **Results.** During the study, anaerobic glycolytic abilities of the body were considered as one of the main characteristics of physical performance in children aged 7–8 and 9–10 years. It was established that the functional status of children aged 7–8 and 9–10 years during quiet wake and under information load depended on the level of anaerobic glycolytic abilities. Using the data obtained with the analysis of variance it was found that anaerobic glycolytic abilities provided a statistically significant effect ($p < 0.05$ – 0.001) on background activity, psychophysiological reactivity, cognitive efficiency and anxiety level. The importance of the effect of anaerobic glycolytic performance on changes in various indicators of the functional status ranged from 4 to 9%. **Conclusion.** The results obtained prove that anaerobic glycolytic abilities are the leading factor determining not only the inner structure of primary schoolchildren's functional status and its age-related changes but also the peculiarities of psychophysiological shifts in the functional status under information load.

Keywords: functional status, physical performance, level of anaerobic glycolytic abilities, intense cognitive activity, factorial analysis of variance.

References

1. Volkov N.I., Oleynikov V.I. *Bioenergetika sporta* [Bioenergetics of Sports]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2011. 160 p.
2. Ilyuhina V.A. *Psikhofiziologiya funktsional'nykh sostoyaniy i poznavatel'noy deyatel'nosti zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Psychophysiology of Functional States and Cognitive Activity of a Healthy and Sick Person]. St. Petersburg, N-L Publ., 2010. 368 p.
3. Kostina L.M. *Metody diagnostiki trevozhnosti* [Methods for Diagnosing Anxiety]. St. Petersburg, Rech' Publ., 2006. 198 p.
4. Krivolapchuk I.A. [Efficiency of Using Physical Exercises to Manage the Functional State of Anxious Children 6–8 Years Old]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2011, vol. 37, no. 5, pp. 61–72. (in Russ.) DOI: 10.1134/S0362119711050094
5. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1990. 352 p.
6. Machinskaya R.I., Farber D.A. *Mozgovyye mekhanizmy formirovaniya poznavatel'noy deyatel'nosti v predshkol'nom i mladshem shkol'nom vozraste* [Brain Mechanisms of Formation of Cognitive Activity in Preschool and Primary School Age]. Moscow, NOU VPO MPSU Publ., Voronezh, MODEK Publ., 2014. 440 p.
7. Farber D.A., Bezrukih M.M. *Razvitiye mozga i formirovaniye poznavatel'noy deyatel'nosti rebenka* [Development of the Brain and the Formation of Cognitive Activity of the Child]. Moscow, Moscow Psychological and Social Institute Publ., 2009. 432 p.
8. Son'kin V.D., Tambovceva R.V. *Razvitiye myshechnoy energetiki i rabotosposobnosti v ontogeneze* [Development of Muscular Energy and Working Capacity in Ontogenesis]. Moscow, LIBROKOM Publ., 2011. 368 p.
9. Bezrukih M.M., Farber D.A. *Fiziologiya razvitiya rebenka: Rukovodstvo po vozrastnoy fiziologii* [Physiology of Child Development. A Guide to Age Physiology]. Moscow, Moscow Psychological and Social Institute Publ., 2010. 768 p.
10. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov* [Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009. 259 p.
11. Kaczor J.J., Ziolkowski W., Popinigis J., Tarnopolsky M.A. Anaerobic and Aerobic Enzyme Activities in Human Skeletal Muscle from Children and Adults. *Pediatr Res.*, 2005, vol. 57, no. 3, pp. 331–335. DOI: 10.1203/01.PDR.0000150799.77094.DE
12. Armstrong N., Barker A.R., McManus A.M. Muscle Metabolism Changes with Age and Maturation: How do they Relate to youth Sport Performance? *Br J Sports Med.*, 2015, vol. 49, no. 13, pp. 860–864. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094491
13. Huang C.J., Webb H.E., Zourdos M.C., Acevedo E.O. Cardiovascular Reactivity, Stress, and Physical Activity. *Front Physiol.*, 2013, vol. 7, no. 4, pp. 314–318. DOI: 10.3389/fphys.2013.00314
14. De Greeff J.W., Bosker R. J., Oosterlaan J., Visscher C., Hartman E. Effects of Physical Activity on Executive Functions, Attention and Academic Performance in Preadolescent Children: a Meta-Analysis. *J Sci Med Sport.*, 2018, vol. 21, no. 5, pp. 501–507. DOI: 10.1016/j.isams.2017.09.595

15. Kenney W.L., Wilmore J., Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Published by Champaign, IL; Human Kinetics. 2015. 640 p.

16. Birat A., Bourdier P., Piponnier E., Blazeovich A.J., Maciejewski H., Duché P., Ratel S. Metabolic and Fatigue Profiles Are Comparable Between Prepubertal Children and Well-Trained Adult Endurance Athletes. *Front Physiol*, 2018, vol. 24, no. 9, 387 p. DOI: 10.3389/fphys.2018.00387. eCollection 2018.

17. Donnelly J.E., Hillman C.H., Castelli D., Etnier J.L., Lee S., Tomporowski P., Lambourne K., Szabo-Reed A.N. Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc.*, 2016, vol. 48, no. 6, pp. 1223–1224. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000966

18. Roemmich J.N., Lambiase M., Salvy S.J., Horvath P.J. Protective Effect of Interval Exercise on Psychophysiological Stress Reactivity in Children. *Psychophysiology*, 2009, vol. 46, no. 4, 852 p. DOI: 10.1111/j.1469-8986.2009.00808.x

19. Álvarez-Bueno C., Pesce C., Cavero-Redondo I., Sánchez-López M., Martínez-Hortelano J.A., Martínez-Vizcaíno V. The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2017, vol. 56, no. 9, pp. 729–738. DOI: 10.1016/j.jaac.2017.06.012

Received 10 November 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Оценка влияния фактора анаэробной гликолитической работоспособности на функциональное состояние и эффективность когнитивной деятельности детей младшего школьного возраста / И.А. Криволапчук, А.А. Герасимова, В.В. Мышьяков, В.П. Чичерин // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S2. – С. 29–36. DOI: 10.14529/hsm19s204

FOR CITATION

Krivilapchuk I.A., Gerasimova A.A., Myshyakov V.V., Chicherin V.P. The Effect of Anaerobic Glycolytic Performance on the Functional Status and Cognitive Efficiency in Primary Schoolchildren. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. S2, pp. 29–36. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm19s204