НЕДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ

И.А. Криволапчук[1], М.Б. Чернова, А.А. Герасимова, М.М. Герасимов
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Выявлены эффекты независимого влияния фактора «недельный объем нагрузки» на физическое состояние детей 5-6 лет. Полученные на основе дисперсионного анализа результаты свидетельствуют о том, что долговременная адаптация к систематическим занятиям физическими упражнениями с разным недельным объемом нагрузки проявляется в повышении физической работоспособности и двигательной подготовленности детей. Установлено, что с увеличением недельного объема занятий физическими упражнениями позитивные адаптационные изменения в организме дошкольников, в пределах используемого диапазона величины нагрузки, нарастают. Вместе с тем сила влияния фактора «недельный объем нагрузки» существенно отличается в отношении различных показателе физического состояния.

Ключевые слова: *объем нагрузки, физическая работоспособность, двигательная подготовленность, однофакторный дисперсионный анализ.*

Weekly volume of physical load as a factor determining changes of physical status in 5-6-year-old children. *The paper shows the effects of the independent influence of the "weekly work load" factor on the physical state in 5-6-year-old children. The results obtained via dispersion analysis indicate that long-term adaptation to systematic exercise with different weekly loads is manifested in improved physical performance and motor readiness in children. It was found that with an increase in the weekly load of physical exercises, the positive adaptive changes in the body of preschool children, within the range of the load used, are increasing. At the same time, the influence of the factor "weekly load" differs significantly in relation to the different indices of the physical state.*

Key words: *work load, physical working capacity, motor readiness, single factor ANOVA.*

Известно, что для получения выраженного оздоровительного эффекта от занятий физическими упражнениями необходимо обеспечить достижение пороговых величин интенсивности и объема нагрузки [8; 9; 12; 15; 18]. Пороговый объем физической нагрузки характеризуется минимальным индивидуальным уровнем, после достижения которого отмечается рост показателей работоспособности и двигательной подготовленности. Начиная с этого уровня, проявляется однозначная положительная взаимосвязь между количеством выполненной работы и динамикой приспособительных возможностей организма. И только тогда, когда объем работы значительно превышает этот уровень, может наблюдаться снижение физической работоспособности [1].

Контакты: [1] Криволапчук И.А. – E-mail: <i.krivolapchuk@mail.ru>

В большом количестве экспериментальных исследований, направленных на поиск оптимальных объемов нагрузки оздоровительного характера, к сожалению, недостаточно полно контролируются другие компоненты физической нагрузки, определяющие меру ее воздействия на организм занимающегося [10; 14; 15]. Прежде всего это относится к контролю средней интенсивности занятия. Данное обстоятельство снижает степень надежности выводов и рекомендаций в отношении оптимального объема физической работы. В этой связи по-прежнему весьма актуальны исследования, ориентированные на оценку воздействия фактора объема нагрузки на физическое состояние детей дошкольного возраста [13; 17].

Целью исследования явилось изучение влияния занятий физическими упражнениями разного объема на физическую работоспособность, двигательную подготовленность и острую заболеваемость детей 5-6 лет.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие практически здоровые дети 5-6 лет (n=54), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Испытуемые не имели каких-либо противопоказаний для выполнения тестовых нагрузок.

Были сформированы 3 рандомизированные экспериментальные группы (ЭГ). Общая продолжительность эксперимента составила 34 недели. Педагогическое воздействие осуществлялось в виде комплексов физических упражнений, выполняемых в течение 18 минут в основной части занятия. При составлении комплексов определялась индивидуальная относительная интенсивность каждого упражнения и серии упражнений, выраженная в величине максимального пульсового резерва (МПР). Различия между группами касались недельного объема нагрузки. В экспериментальных группах использовали идентичные комплексы физических упражнений аэробно-анаэробного характера. На долю нагрузок аэробной и анаэробной направленности приходилось по 50 % времени экспериментальной части занятия. Выделяли 3 градации фактора «недельный объем нагрузки»: 36, 72 и 90 минут в неделю (табл. 1). В конце педагогического эксперимента оценивали сдвиги показателей физической работоспособности, двигательной подготовленности и острой заболеваемости детей экспериментальных групп.

Таблица 1

Градации факторов физической нагрузки в экспериментальных группах

Группы	Интенсивность нагрузки	Недельный объем нагрузки
ЭГ I (n=18)	70-80 % МПР	36 мин
ЭГ II (n=18)	70-80 % МПР	72 мин
ЭГ III (n=18)	70-80 % МПР	90 мин

Комплекс контрольных упражнений состоял из показателей, характеризующих уровень развития кондиционных физических качеств: бег 20 метров с хода; прыжок в длину с места; челночный бег 4х9 м; шестиминутный бег; поднимание туловища из положения «лёжа на спине» за 1 минуту; наклон вперёд. По резуль-

татам тестирования определяли общую оценку физической подготовленности (ОФП).

Физическую работоспособность оценивали посредством функциональных и эргометрических тестов. На основе функционального подхода определяли мощность нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170), интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД), максимальное потребление кислорода (МПК) [3; 6]. С помощью эргометрического метода тестирования на основе уравнения Muller определяли величины мощности нагрузок, максимальное время выполнения которых составляло 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240), 900 с (W900) [4; 6]. Для этого дети выполняли две нагрузки «до отказа» в зоне большой (W1 – 2 Вт/кг) и субмаксимальной (W2 – 4 Вт/кг) мощности. За «отказ» принимали прекращение работы или снижение ее интенсивности более чем на 10 %. Время удержания нагрузок (t2Вт/кг и t4Вт/кг) использовали для расчета коэффициентов «a» и «b» уравнения Muller [4; 6]. Величина коэффициента «a» отражает соотношение возможностей аэробного и анаэробно-лактацидного источников, а коэффициента «b» – характеризует аэробную емкость. Полученные значения коэффициентов использовали для расчета соответствующей мощности нагрузки.

Анализ заболеваемости осуществлялся на основе выкопировки медицинских справок и записей в индивидуальных медицинских картах. Использовались показатели, характеризующие заболеваемость детей с временной утратой работоспособности [2].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ. В ходе исследования использовался дисперсионный анализ однофакторных комплексов для корреляционно несвязанных выборок (ANOVA). Недельный объем нагрузки рассматривался как независимый фактор. В качестве зависимых количественных переменных рассматривались изучаемые нами показатели физического состояния. Оценку силы влияния факторов на результативный признак проводили с помощью метода Н.А. Плохинского [7; 5]. Значимость различий определялась основе применения F–критерия Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о том, что с увеличением недельного объема занятий физическими упражнениями позитивные адаптационные изменения в организме дошкольников в пределах используемого диапазона величины нагрузки нарастают. Вместе с тем различия в недельном объеме нагрузки оздоровительной направленности по-разному проявились в изменениях различных показателей физического состояния (табл. 2).

Установлено, что фактор «недельный объем нагрузки» оказал существенное влияние ($p<0,05–0,01$) на ряд показателей физической работоспособности. Значимое воздействие выявлено в отношении W_{900}, W_{240}, коэффициента «b» уравнения Мюллера, PWC_{170}, $t_{2Вт/кг}$, $ИНПД_{2Вт/кг}$, МПК, $ИНПД_{2Вт/кг}$. Значения критерия Плохинского находились в диапазоне от 3,9 до 8,9 % (см. табл. 2).

Таблица 2

Влияние фактора «объем» нагрузки на физическое состояние детей 5-6 лет (результаты однофакторного дисперсионного анализа)

Показатель	Фактор	P	Влияние (h_x^2), %
Физическая работоспособность			
W_{900}, Вт/кг	Недельный объем	p<0,01	8,9
W_{240}, Вт/кг	Недельный объем	p<0,01	8,8
Коэффициент «b», отн.ед	Недельный объем	p<0,01	8,5
PWC_{170}, кгм/мин*кг	Недельный объем	p<0,01	7,8
$t_{2Вт/кг}$,с	Недельный объем	p<0,01	7,0
PWC_{170}, кгм/мин	Недельный объем	p<0,05	5,8
$ИНПД_{4Вт/кг}$, уд/с	Недельный объем	p<0,01	5,4
МПК, мл/мин*кг	Недельный объем	p<0,05	4,8
$ИНПД_{2Вт/кг}$, уд/с	Недельный объем	p<0,05	3,9
Двигательная подготовленность			
Бег 6 мин, м	Недельный объем	p<0,05	4,2
Прыжок, см	Недельный объем	p<0,05	4,1
Челночный бег, с	Недельный объем	p<0,05	3,3

Фактор «недельный объем нагрузки» существенно влиял и на приросты ряда показателей двигательной подготовленности. Статистически значимые различия выявлены в отношении результатов выполнения шестиминутного бега, прыжка в длину и челночного бега. Значения критерия Плохинского находились в диапазоне от 3,3 до 4,2 % (см. табл. 2). Не выявлено значимого влияния недельного объема нагрузки на показатели острой заболеваемости детей 5-6 лет.

Известно, что крайне сложно выделить независимое влияние основных параметров физической нагрузки на различные аспекты физического состояния детей [11; 14; 10]. Это прежде всего касается объема и интенсивности занятий физическими упражнениями. В настоящем исследовании благодаря использованию идентичных по содержанию и интенсивности комплексов физических упражнений аэробно-анаэробного характера получены данные о «самостоятельном» воздействии недельного объема нагрузки на физическое состояние детей старшего дошкольного возраста в процессе систематических занятий физическими упражнениями. Результаты исследования согласуются с представлением о том, что объем нагрузки в занятиях оздоровительной тренировки является одним из важнейших факторов, определяющих степень выраженности и особенности адаптационных изменений в организме [8; 12; 15; 16; 18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены эффекты независимого влияния фактора «недельный объем нагрузки» на физическое состояние детей 5-6 лет. Полученные на основе дисперсионного анализа результаты свидетельствуют о том, долговременная адаптация к систематическим занятиям физическими упражнениями с разным недельным объемом

нагрузки проявляется в повышении физической работоспособности и двигательной подготовленности детей 5-6 лет.

Установлено, что с увеличением недельного объема занятий физическими упражнениями позитивные адаптационные изменения в организме дошкольников в пределах используемого диапазона величины нагрузки нарастают. Вместе с тем сила влияния фактора «недельный объем нагрузки» существенно отличается в отношении различных показателей физического состояния.

Таким образом, изменения физической работоспособности и двигательной подготовленности детей 5-6 лет во многом обусловлены недельным объемом физической нагрузки высокой интенсивности.

Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 16-06-00244а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков, Н.И. Биоэнергетика спорта: Монография / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.

2. Гигиена детей и подростков/ под ред. Г.Н. Сердюковской, А.Г.Сухарева.– М.: Медицина, 1986.– 496 с.

3. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков.– М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

4. Корниенко, И.А., В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 42-46.

5. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биолог. спец. Вузов. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1990.– 352 с.

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

7. Спортивная метрология/ под ред. В.М. Зациорского.– М.: Физкультура и спорт, 1982.– 256 с.

8. Уилмор Дж., Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 500 с.

9. Carson, V., N.D. Ridgers, B.J. Howard, E.A. Winkler, G.N. Healy, N. Owen, D.W. Dunstan, J. Salmon Light-intensity physical activity and cardiometabolic biomarkers in US adolescents // PLoS One. – 2013. – 8(8): e71417. doi: 10.1371/journal.pone.0071417.

10. Carson, V. Lee E.Y., Hewitt L., Jennings C., Hunter S., Kuzik N., Stearns J.A., Unrau S.P., Poitras V.J., Gray C., Adamo K.B., Janssen I., Okely A.D., Spence J.C., Timmons B.W., Sampson M., Tremblay M.S. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years) //BMC Public Health. 2017. – 17 (Suppl 5): 854. doi: 10.1186/s12889-017-4860-0.

11. Fulton, J.E., M. Garg, D.A. Galuska, K.T. Rattay, C.J. Caspersen Public health and clinical recommendations for physical activity and physical fitness: special focus on overweight youth // Sports Med. 2004. – Vol. 34(9). – pp. 581-599.

12. Global Recommendations on Physical activity for Health. – Geneva, World Health Organization, 2010. – 60 p.

13. Lin, L.Y., R.J. Cherng, Y.J. Chen Relationship between time use in physical activity and gross motor performance of preschoolchildren // Aust Occup Ther J. – 2017. – Vol. 64(1). – pp. 49-57. doi: 10.1111/1440-1630.12318.

14. Longmuir, PE., R.C. Colley, V.A. Wherley, M.S. Tremblay Canadian Society for Exercise Physiology position stand: Benefit and risk for promoting childhood physical activity // Appl Physiol Nutr Metab. – 2014. – Vol. 39(11). – pp. 1271-1279. doi: 10.1139/apnm-2014-0074.

15. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 2008. – 683 p.

16. Physical Activity Guidelines for Americans. – Washington, 2008. – 65 p.

17. Schmutz, E.A., Haile S.R., Leeger-Aschmann C.S., Kakebeeke T.H., Zysset A.E., Messerli-Bürgy N., Stülb K., Arhab A., Meyer A.H., Munsch S., Puder J.J., Jenni O.G, Kriemler S.Physical activity and sedentary behavior in preschoolers: a longitudinal assessment of trajectories and determinants // Int J Behav Nutr Phys Act. – 2018. – Vol. 15(1). – p. 35. doi: 10.1186/s12966-018-0670-8.

18. Vale, S. Step based physical activity guidelines for preschool-aged children / S. Vale, S.G. Trost, M.J. Duncan, J. Mota // Prev Med. – 2015. – Vol. 70. – pp. 78-82. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.11.008.

REFERENCES

1. Volkov, N.I. Bioenergetika sporta: Monografiya [Bioenergetics of sports: Monograph] / N.I. Volkov, V.I. Oleynikov. – Moscow: Sovetskiy sport, 2011. – 160 s.

2. Gigiena detey i podrostkov [Hygiene of children and adolescents] / pod red. G.N. Serdyukovskoy, A.G. Sukhareva. – Moscow: Medicina, 1986. – 496 s.

3. Karpman, V.L. Testirovanie v sportivnoy medicine [Testing in sports medicine] / V.L. Karpman, Z.B. Belocerkovskiy, I.A. Gudkov. – Moscow: Fizkultura i sport, 1988. – 208 s.

4. Kornienko, I.A. Vozrastnoe razvitie energetiki myshechnoy deyatelnosti: Itogi 30-letnego issledovaniya. Soobschenie I. Strukturno-funkcionalnye perestroyki [Age development of the energy of muscle activity: Results of a 30-year study. Communication I. Structural-functional rearrangements] / I.A. Kornienko, V.D. Sonkin, R.V. Tambovceva // Fiziologiya cheloveka. – 2005. – Vol. 31, №4. – S. 42-46.

5. Lakin, G.F. Biometriya: ucheb. posobie dlya biolog. specz. vuzov [Biometrics: Textbook. allowance for a biologist. specialist. universities] / G.F. Lakin. – 4-e izd. – Moscow: Vysshaya shkola, 1990. – 352 s.

6. Sonkin, V.D. Razvitie myshechnoy energetiki i rabotosposobnosti v ontogeneze [Development of muscular energy and working capacity in ontogenesis] / V.D. Sonkin, R.V. Tambovceva. – Moscow: Knizhnyy dom «LIBROKOM», 2011. – 368 s.

7. Sportivnaya metrologiya / pod red. V.M. Zaciorskogo. – M.: Fizkultura i sport, 1982. – 256 s.

8. Wilmore J., Kostill D. Fiziologiya sporta i dvigatelnoy aktivnosti [Physiology of sports and motor activity]. – Kiev: Olimpiyskaya literatura, 1997. – 500 s.

9. Carson, V., Light-intensity physical activity and cardiometabolic biomarkers in US adolescents/ V. Carson, N.D. Ridgers, B.J. Howard, E.A. Winkler, G.N. Healy, N.

Owen, D.W. Dunstan, J. Salmon // PLoS One. 2013. 8(8): e71417. doi: 10.1371/journal.pone.0071417.

10. Carson, V. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years) / Carson, V., Lee E.Y., Hewitt L., Jennings C., Hunter S., Kuzik N., Stearns J.A., Unrau S.P., Poitras V.J., Gray C., Adamo K.B., Janssen I., Okely A.D., Spence J.C., Timmons B.W., Sampson M., Tremblay M.S. //BMC Public Health. 2017. – 17(Suppl 5): 854. doi: 10.1186/s12889-017-4860-0.

11. Fulton, J.E. Public health and clinical recommendations for physical activity and physical fitness: special focus on overweight youth/ J.E. Fulton, M. Garg, D.A. Galuska, K.T. Rattay, C.J. Caspersen // Sports Med. 2004. – Vol. 34(9). – pp. 581-599.

12. Global Recommendations on Physical activity for Health. – Geneva, World Health Organization, 2010. – 60 p.

13. Lin, L.Y. Relationship between time use in physical activity and gross motor performance of preschoolchildren / L.Y. Lin, R.J. Cherng, Y.J. Chen // Aust Occup Ther J. 2017. Vol. 64(1). – pp. 49-57. doi: 10.1111/1440-1630.12318.

14. Longmuir, PE. Canadian Society for Exercise Physiology position stand: Benefit and risk for promoting childhood physical activity/ P.E. Longmuir, R.C. Colley, V.A. Wherley, M.S. Tremblay // Appl Physiol Nutr Metab. 2014. – Vol. 39(11). – pp. 1271-1279. doi: 10.1139/apnm-2014-0074.

15. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 2008. – 683 p.

16. Physical Activity Guidelines for Americans. – Washington, 2008. – 65 p.

17. Schmutz, E.A. Physical activity and sedentary behavior in preschoolers: a longitudinal assessment of trajectories and determinants/ Schmutz E.A., Haile S.R., Leeger-Aschmann C.S., Kakebeeke T.H., Zysset A.E., Messerli-Bürgy N., Stülb K., Arhab A., Meyer A.H., Munsch S., Puder J.J., Jenni O.G, Kriemler S.// Int J Behav Nutr Phys Act. 2018. – Vol.15(1). – p. 35. doi: 10.1186/s12966-018-0670-8.

18. Vale, S. Step based physical activity guidelines for preschool-aged children / S. Vale, S.G. Trost, M.J. Duncan, J. Mota // Prev Med. 2015. – Vol. 70. – pp. 78-82. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.11.008.