

Оценка эффективности курса гипоксической тренировки на фоне учебно-тренировочного процесса у детей

Лаптинов Роман Павлович¹

¹Новосибирский государственный педагогический университет,
Новосибирск, Россия

Аннотация. *Введение.* Современные исследования рассматривают акклиматизацию к гипоксическим условиям не только как механизмы оптимальной подготовки к соревнованиям на возвышенности, но и как важнейший фактор, влияющий на повышение функциональных возможностей и способностей спортсменов. На сегодняшний день в большей степени изучено влияние гипоксических тренировок на спортсменов, занимающихся дисциплинами, ведущим физическим качеством которых является выносливость. Данные исследования показали высокую эффективность гипоксических тренировок. Тем не менее исследования влияния гипоксических тренировок на физиологические системы детей, занимающихся спортом, остаются недостаточно изученными. *Методология.* В данной статье оценивается влияние гипоксических тренировок на фоне спортивной подготовки на адаптационный потенциал, сердечно-сосудистую систему и физическую работоспособность юных спортсменов-самбистов 10–12 лет. *Результаты.* В результате курса гипоксической тренировки на фоне спортивной тренировки произошло заметное повышение адаптационных возможностей системы кровообращения, повышение физической работоспособности и сокращение продолжительности процессов восстановления. Также во время стандартной физической нагрузки минутный объем кровообращения снизился после курса, что может свидетельствовать о более экономном использовании кислорода организмом. *Заключение.* Исследование показало высокую эффективность применения интервальной нормобарической гипоксической тренировки на фоне учебно-тренировочного процесса.

Ключевые слова: интервальная нормобарическая гипоксическая тренировка; индекс функциональных изменений; PWC170; индекс восстановления; систолический объем крови.

Для цитирования: Лаптинов Р. П. Оценка эффективности курса гипоксической тренировки на фоне учебно-тренировочного процесса у детей // Физическая культура. Спорт. Здоровье. – 2025. – № 2 (5). – С. 42–49.

Evaluation of the effectiveness of a course of hypoxic training against the background of sports training in children

Laptinov Roman Pavlovich¹

¹*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia*

Abstract. *Introduction:* Modern research considers acclimatization to hypoxic conditions not only as mechanisms of optimal preparation for competitions at altitude, but also as the most important factor influencing the increase in the functional capabilities and abilities of athletes. To date, the influence of hypoxic training on athletes involved in disciplines whose leading physical quality is endurance has been studied to a greater extent. These studies have shown the high efficiency of hypoxic training. However, the studies of the effect of hypoxic training on the physiological systems of children involved in sports remain insufficiently studied. *Methodology:* This article evaluates the effect of hypoxic training against the background of sports training on the adaptive potential, cardiovascular system and physical performance of young sambo athletes aged 10–12 years. *Results:* As a result of the course of hypoxic training on the background of sports training there was a noticeable increase in the adaptive capabilities of the circulatory system, an increase in physical performance and a reduction in the duration of recovery processes. Also during standard physical load the minute volume of blood circulation decreased after the course, which may indicate a more economical use of oxygen by the organism. *Conclusion.* The study showed high efficiency of interval normobaric hypoxic training on the background of the educational and training process.

Keywords: interval normobaric hypoxic training; index of functional changes; PWC170; recovery index; systolic blood volume.

For citation: Laptinov R. P. Evaluation of the effectiveness of a course of hypoxic training against the background of sports training in children. *Physical Education. Sport. Health*, 2025, no. 2 (5), pp. 42–49.

Введение. Спортивные выступления олимпийцев во время игр 1968 г. в Мехико в условиях среднегорья вызвали заметный рост интереса ученых к естественным и искусственным методам гипоксических тренировок в сфере профессионального спорта [1]. Современные перспективы рассматривают стратегии адаптации к гипоксическим условиям не только как механизмы эффективной подготовки к соревнованиям в высокогорных районах, но и как важнейшие факторы, влияющие на оптимизацию функциональных резервов элитных спортсменов при подготовке к соревнованиям на равнинной местности [2]. Выраженная эффективность тренировок, проводимых в условиях среднегорья, для спортсменов, чьи дисциплины требуют выносливости и высоких физических нагрузок (легкая атлетика, конькобежный спорт, плавание, лыжи и биатлон), в настоящее время признана обоснованной [3–5]. В результате исследований стало очевидно, что гипоксические тренировки могут значительно улучшить аэробные и анаэробные способности спортсменов и их адаптивность к тренировочным нагрузкам. Предложены различные модификации курсов гипоксических тренировок [6]. Кроме того, изучение влияния гипоксических тренировок на оздоровление детей и подростков также приобретает все большее

значение, т. к. такие тренировки могут способствовать улучшению общего физического состояния и повышению устойчивости к стрессовым факторам. Однако исследования влияния гипоксических тренировок на детский организм занимающихся спортом несут фрагментарный характер. Большинство протоколов гипоксической тренировки заимствованы из педиатрической практики [7; 8]. В свою очередь это может снижать эффективность влияния гипоксических тренировок. Необходимы исследования для более глубокого понимания физиологических механизмов и эффектов, которые оказывает гипоксическая тренировка в условиях спортивной тренировки на растущий организм. Это поможет создать безопасные и эффективные методики гипоксических тренировок.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности курса интервальной нормобарической гипоксической тренировки (ИНГТ) для юных спортсменов.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе МБУДО ДДТ «Кировский», расположенного в г. Новосибирске. При организации и проведении исследования соблюдались международные этические принципы для исследований в области здоровья с участием людей [9]. Количество участников включало 33 человека – мальчики 10–11 лет, занимающиеся борьбой самбо четыре раза в неделю. Участники были разделены на экспериментальную (19 человек) и контрольную группы (14 человек). Состав групп был сформирован методом рандомизации. По показателям здоровья все участники были отнесены к основной медицинской группе и не имели противопоказаний и ограничений к занятию спортом. Отличительной особенностью экспериментальной группы было то, что наряду с физической подготовкой у них проводился курс ИНГТ, включающий дыхание через маску газовоздушной смеси, содержащей 10,5 % кислорода (22–24 сеанса). Гипоксическая тренировка проводилась с использованием аппарата Olive Electronic Technology Co. Ltd. (производство Китай). С учетом литературных данных был разработан протокол курса ИНГТ. Курс включал в себя продолжительность периода гипоксической респирации – 3 мин, нормоксической респирации – 3 мин. Период нормоксической респирации проводился на фоне выполнения плановой физической нагрузки. Дыхание гипоксической смесью проводилось в период отдыха между физическими упражнениями. Количество повторных циклов в одной гипоксической тренировке – от 1 до 10 раз. Спортсмены из контрольной группы тренировались по той же программе, что и спортсмены, использовавшие ИНГТ, но без применения ИНГТ. Курс был проведен в группе спортсменов в течение шести недель. Оценивалась особенность влияния курса ИНГТ на адаптационные возможности, сердечно-сосудистую систему и физическую работоспособность.

До начала курса ИНГТ и после завершения курса все спортсмены прошли функциональное обследование. При помощи ростомера МСК-233 (производство Россия) измеряли длину тела спортсмена (ДТ, см), при помощи напольных весов ВЭМ-150-А3 (производство Россия) измеряли массу тела спортсмена (МТ, кг). Частоту сердечных сокращений в покое (ЧССпокоя, уд./мин), во время стандартной физической нагрузки (ЧССнагр., уд./мин) и в период отдыха (ЧССвосст., уд./мин) измеряли при помощи электрокардиографа ЭКГТ-03М (производство СССР). Аускультативным методом Короткова при помощи механического тонометра Riester (производство Германия) измеряли систолическое и диастолическое артериальное давления в состоянии относительного покоя (САДпокоя, мм рт. ст.; ДАДпокоя, мм рт. ст.), после стандартной физической нагрузки (САДнагр., мм рт. ст.; ДАДнагр., мм рт. ст.) и в период фазы восстановления (САДвосст., мм рт. ст.; ДАДвосст., мм рт. ст.).

Для оценки уровня функционирования системы кровообращения и определения ее адаптационного потенциала использовали индекс функциональных изменений (ИФИ, у.е.), предложенный А. П. Берсеновой. Систолический объем крови в миллилитрах (СОК, мл) и минутный объем кровообращения в миллилитрах (МОК, мл) определяли по формуле Старра. Для определения PWC170 использовалась формула, предложенная В. Л. Карпманом с соавторами. Нагрузкой во время работы служил степ-тест. Темп восхождения задавался метрономом. Рассчитывался индекс восстановления (ИВ, у.е.) [10].

Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием программ Microsoft Excel 2016 и IBM SPSS Statistics 27. Предварительно осуществляли оценку выборки на нормальность распределения по критерию Шапиро-Уилка. При проверке на нормальность распределения также оценивали показатели асимметрии и эксцесса. Статистический анализ динамики показателей до и после эксперимента осуществлялся для связанных выборок с помощью непараметрического критерия Вилкоксона.

Обсуждение. После проведения курса было установлено статистически значимое снижение ЧСС в состоянии относительного покоя в экспериментальной группе $p = 0,05$ (табл. 1).

Наши результаты совпадают с результатами других исследователей, указывающих на то, что гипоксическая тренировка повышает активность парасимпатической нервной системы и снижает активность симпатической нервной системы, что в совокупности способствует снижению частоты сердечных сокращений во время относительного покоя [11]. В контрольной группе статистически значимых изменений ЧСС в состоянии относительного покоя мы не наблюдали.

Оценка адаптационного потенциала производилась с помощью приведенного уравнения множественной регрессии. Данный показатель характеризует связь между миокардиально-гемодинамических и структурно-метаболических гомеостазов и является индикатором общих адаптационных реакций целостного организма. В экспериментальной группе мы наблюдали статистически значимое снижение индекса ИФИ ($p = 0,025$). В контрольной группе данный показатель не изменился.

Таблица 1

Показатели функции сердечно-сосудистой системы в состоянии относительного покоя, Me [Q1; Q3]

Показатель	Этап наблюдения	Экспериментальная группа	Контрольная группа
1	2	3	4
ЧСС _{покоя} (уд./мин)	До	91 [86–101]	81 [72–89,5]
	После	87 [78,5–92,5]	84,5 [71,5–90]
	p	0,05*	0,59
САД _{покоя} (мм рт. ст.)	До	100 [90–106,3]	95 [87–108]
	После	100 [90–105]	96,5 [89,3–105]
	p	0,92	0,77
ДАД _{покоя} (мм рт. ст.)	До	63,5 [60–70]	60 [56–72,5]
	После	60 [60–70]	61,5 [58,8–66,3]
	p	0,14	0,78

1	2	3	4
СОК _{покоя} (мл)	До	53,2 [49–54,5]	53,5 [43–57,05]
	После	54,2 [51–57,3]	52 [47,2–56,5]
	p	0,080	0,89
МОК _{покоя} (мл)	До	4759,8 [4139,6–5381,4]	4141,4 [3562–4722,8]
	После	4660 [4250,3–5096,9]	4439 [3509,1–4839,8]
	p	0,62	0,60
ИФИ, у.е.	До	2,07 [1,87–2,22]	1,93 [1,79–2,09]
	После	2 [1,9–2,1]	1,89 [1,73–2,22]
	p	0,025*	0,75

Примечание: * – изменение показателей статистически значимы (p<0,05).

Было установлено статистически значимое увеличение физической работоспособности по тесту PWC170 в экспериментальной группе, p = 0,001 (табл. 2).

В экспериментальной группе было установлено статистически значимое уменьшение МОК (p = 0,022). МОК снижался преимущественно за счет уменьшения ЧСС при незначительном увеличении СОК, что может свидетельствовать о более экономной стратегии гемодинамической адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам. В контрольной группе статистически значимых изменений мы не наблюдали.

Таблица 2

Показатели функции сердечно-сосудистой системы во время стандартной физической нагрузки и в период восстановления, Me [Q1; Q3]

Показатель	Этап наблюдения	Экспериментальная группа	Контрольная группа
1	2	3	4
ЧСС _{нагр.} (уд./мин)	До	170 [162–177]	175 [168–179]
	После	154 [148–160]	174 [163–179]
	p	0,001*	0,49
САД _{нагр.} (мм рт. ст.)	До	130 [127,5–136,5]	125 [110–140]
	После	132 [127,5–135]	130 [120–130]
	p	0,26	0,3
ДАД _{нагр.} (мм рт. ст.)	До	60 [50–69]	60 [50–70]
	После	60 [50–65]	60 [50–70]
	p	0,27	0,4
PWC ₁₇₀ /кг, (кгм/мин/кг)	До	12 [10,9–13,6]	11,6 [10,4–13,2]
	После	14,47 [13,3–15,7]	11,3 [10,4–14,2]
	p	0,001*	0,75
СОК _{нагр.} (мл)	До	66,3 [64,3–67]	69,2 [59,6–73,4]
	После	67,3 [65,5–71,7]	68 [63,4–72,7]
	p	0,093	0,89

1	2	3	4
МОК _{напр.} (мл)	До	11342,4 [10652,7–11744,6]	11877,1 [10464,7–12233,7]
	После	10851,8 [9745,9–11640,2]	11751,6 [10819,1–12451,7]
	p	0,022*	0,92
ИВ, (y.e.)	До	7,06 [6,1–7,5]	8,51 [7,37–9,01]
	После	8,1 [7,13–8,96]	8,64 [7,43–9,88]
	p	0,002*	0,75

Примечание: * – изменение показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Показатель ИВ отражает скорость восстановительных процессов, который в условиях спортивного поединка играет важную роль. Сама структура борцовского поединка состоит из множества серий высокой интенсивности с короткими интервалами низкой интенсивности, в которой спортсмен может восстановить свои энергетические системы. От скорости восстановления будет также зависеть производительность спортсмена [12]. Увеличение данного показателя отражает улучшение восстановительных процессов. Данный показатель статистически значимо увеличился в экспериментальной группе ($p = 0,002$). В контрольной группе данный показатель статистически значимо не изменился.

Заключение. Наши исследования показали высокую эффективность применения ИНГТ на фоне спортивной тренировки. В результате прохождения курса ИНГТ значительно увеличились адаптационные возможности системы кровообращения, увеличилась физическая работоспособность, уменьшилась скорость восстановительных процессов. При стандартной физической нагрузке минутный объем кровообращения уменьшился за счет снижения ЧСС, что может свидетельствовать о более экономичном расходовании кислорода. В контрольной группе статистически значимых изменений мы не наблюдали.

Список источников

1. Girard O., Levine B. D., Chapman R. F., Wilber R. Living High-Training Low for Olympic Medal Performance: What Have We Learned 25 Years after Implementation? // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2023. – № 18 (6). – P. 563–572.
2. Adequacy of an Altitude Fitness Program (Living and Training) plus Intermittent Exposure to Hypoxia for Improving Hematological Biomarkers and Sports Performance of Elite Athletes: A Single-Blind Randomized Clinical Trial / D. Fernandez-Lazaro, J. Mielgo-Ayuso, G. Santamaria, E. Gutierrez-Abejon, C. Dominguez-Ortega, S. M. Garcia-Lazaro, J. Seco-Calvo // International journal of environmental research and public health. – 2022. – № 19 (15). DOI: 10.3390/ijerph19159095
3. Sohokon O., Kravchenko V. Efficiency of training in a mountain environment: increasing the performance of athletes specializing in middle and long distance // Pedagogical sciences. – 2024. – № 1. – P. 66–69.
4. Goutteborge V. Effect of simulated altitude training on blood components and performance in elite speed skaters // European Journal of Sports and Exercise Science. – 2012.
5. Biochemical and functional modifications in biathlon athletes at medium altitude training / D. Badau, A. Bacarea, U. Ramona [et al.] // Revista Romana de Medicina de Laborator. – 2016. – № 24. – P. 327–335.

6. Hypoxia protocols in a normobaric environment for aviators: a scoping review / Tainah de Paula, Debora Fernanda Haberland [et al.] // *RGSA*. – 2025. – № 1 (19). – P. 1–16.

7. Caldarone L., Massa K., Rani S., Strang A. Trends in Pediatric Hypoxia Altitude Simulation Testing (HAST) // *ERJ open research*. – 2023. – № 9 (2). https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2022.205.1_MeetingAbstracts.A3989

8. Hypercapnic hypoxia improves cognitive and motor functions of children with cerebral palsy / V. Kulikov, P. Tregub [et al.] // *Neurological Research*. – 2022. – № 44 (8). – P. 738–747.

9. Международные этические руководящие принципы для исследований в области здоровья с участием людей. – Женева: Совет международных научно-медицинских организаций, 2016. – 137 с.

10. Рубанович В. Б. Врачебно-педагогический контроль при занятиях физической культурой. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 1998. – 282 с.

11. Oliveira A., Rohan P., Goncalves T. Effects of Hypoxia on Heart Rate Variability in Healthy Individuals: A Systematic Review // *SciSpace*. – 2025.

12. Influence of different recovery intervals on time under tension, total training volume, and fatigue index in horizontal bench press exercise in young male wrestling athletes / G. Silva, J. Castro, Yu. Silva, H. Lima, L. Bastos, D. Costa, V. Lima, R. Vale // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 2023.

References

1. Girard O., Levine B. D., Chapman R. F., Wilber R. Living High-Training Low for Olympic Medal Performance: What Have We Learned 25 Years after Implementation? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2023, no. 18 (6), pp. 563–572.

2. Adequacy of an Altitude Fitness Program (Living and Training) plus Intermittent Exposure to Hypoxia for Improving Hematological Biomarkers and Sports Performance of Elite Athletes: A Single-Blind Randomized Clinical Trial. D. Fernandez-Lazaro, J. Mielgo-Ayuso, G. Santamaria, E. Gutierrez-Abejon, C. Dominguez-Ortega, S. M. Garcia-Lazaro, J. Seco-Calvo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, no. 19 (15). DOI: 10.3390/ijerph19159095

3. Sohokon O., Kravchenko V. Efficiency of training in a mountain environment: increasing the performance of athletes specializing in middle and long distance. *Pedagogical Sciences*, 2024, no. 1, pp. 66–69.

4. Goutteborge V. Effect of simulated altitude training on blood components and performance in elite speed skaters. *European Journal of Sports and Exercise Science*, 2012.

5. Biochemical and functional modifications in biathlon athletes at medium altitude training. D. Badau, A. Bacarea, U. Ramona. *Revista Romana de Medicina de Laborator*, 2016, no. 24, pp. 327–335.

6. Hypoxia protocols in a normobaric environment for aviators: a scoping review. Tainah de Paula, Debora Fernanda Haberland [et al.]. *RGSA*, 2025, no. 1 (19), pp. 1–16.

7. Caldarone L., Massa K., Rani S., Strang A. Trends in Pediatric Hypoxia Altitude Simulation Testing (HAST). *ERJ Open Research*, 2023, no. 9 (2). https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2022.205.1_MeetingAbstracts.A3989

8. Hypercapnic hypoxia improves cognitive and motor functions of children with cerebral palsy. V. Kulikov, P. Tregub [et al.]. *Neurological Research*, 2022, no. 44 (8), pp. 738–747.

9. International Ethical Guidelines for Health Research Involving Human Subjects. Geneva: Council for international organizations of medical sciences, 2016, 137 p. (In Russian)

10. Rubanovich V. B. Medical and pedagogical control during physical education classes. Novosibirsk: Publishing House of NSPU, 1998, 282 p. (In Russian)

11. Oliveira A., Rohan P., Goncalves T. Effects of Hypoxia on Heart Rate Variability in Healthy Individuals: A Systematic Review. *SciSpace*, 2025.

12. Influence of different recovery intervals on time under tension, total training volume, and fatigue index in horizontal bench press exercise in young male wrestling athletes. G. Silva, J. Castro, Yu. Silva, H. Lima, L. Bastos, D. Costa, V. Lima, R. Vale. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2023.

Информация об авторе

Р. П. Лаптинов, аспирант кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6968-8163>, 205269@mail.ru

Information about the author

R. P. Laptinov, postgraduate student of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6968-8163>, 205269@mail.ru

Поступила: 20.04.2025

Принята к публикации: 19.05.2025

Received: 20.04.2025

Accepted for publication: 19.05.2025