

Influence of interval normobaric hypoxic training on red blood parameters, cardiovascular system and physical performance of sambists 11–12 years old

Laptinov Roman Pavlovich^{1,2}, Rubanovich Victor Borisovich^{1,3}

¹Novosibirsk State Pedagogical University

²Novosibirsk, Russia, 205269@mail.ru

³Novosibirsk, Russia, rubanovich08@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The article presents the results of a study of the effect of the course of interval normobaric hypoxic training (INGT) on the indicators of red blood, cardiovascular system and physical performance of sambo wrestlers aged 11–12 years. *Methodology.* The study involved 26 sambo wrestlers of the main medical group. The study included the determination of the main anthropometric indicators, the function of the cardiovascular system, physical performance, indicators of red blood. *Conclusion.* As a result of the course, a significantly significant improvement in resting heart rate, heart rate after standard physical exertion and an increase in physical performance according to the PWC170 test were established, the coefficient of expenditure of myocardial reserves also significantly decreased. In the control group, changes in all indicators are minimal and not significantly significant. The results of the study indicate a positive effect of the INGT course on the body of young sambo wrestlers aged 11–12 years.

Keywords: sambists, interval normobaric hypoxic training, physical performance, red blood counts

For citation: Laptinov R. P., Rubanovich V. B. Influence of interval normobaric hypoxic training on red blood parameters, cardiovascular system and physical performance of sambists 11–12 years old. *Physical Education. Sport. Health.* 2023, no. 1, pp. 84–89.

Введение. Борьба самбо – это сложно координационный вид спорта, предъявляющий повышенные требования к состоянию здоровья спортсменов. При рациональной организации тренировочных занятий самбо способствует всестороннему гармоничному развитию физических качеств и в значительной степени увеличивает функциональные резервы организма [8]. Согласно федеральному стандарту спортивной подготовки по виду спорта самбо, участие спортсменов в соревнованиях предполагается со второго года обучения в группах начальной подготовки [6].

Соревновательная нагрузка является большим стрессом для организма ребенка. По литературным данным, в соревновательный период резко возрастает количество спортсменов с перенапряжением механизмов адаптации, что свидетельствует о несоответствии тренировочного режима функциональным возможностям организма. В этом возрасте реакция организма на раздражители различного рода гиперреактивна. Чрезмерная тренировочная нагрузка может давать быстрый прирост спортивных результатов, но при этом обеспечиваться они будут слишком большой «физиологической ценой» за переход на новый уровень функционирования, обеспечивающий спортивную деятельность [4].

В связи с этим актуальной проблемой становится повышение функциональных резервов, исключая возможность их перенапряжения. Одним из таких путей

является использование интервальной нормобарической гипоксической тренировки (ИНГТ), в основе которой лежит многократная периодическая стимуляция компенсаторно-приспособительных механизмов организма путем вдыхания газовой смеси со сниженным содержанием кислорода [1].

Методология. Данный метод нашел широкое применение как в медицине (в том числе в педиатрии), так и в спорте [2; 3]. Однако что касается использования ИНГТ в спорте, то большинство публикаций связано с подготовкой квалифицированных спортсменов, а работ об ее влиянии на организм юных спортсменов крайне мало.

Цель данной работы – выявить влияние интервальной нормобарической гипоксической тренировки на показатели красной крови, сердечно-сосудистую систему и физическую работоспособность самбистов 11–12 лет.

Исследование проходило на базе МБУДО «ДДТ Кировский» г. Новосибирска. В исследовании участвовало 28 мальчиков 11–12 лет, занимающихся борьбой самбо не менее 1 года. Все спортсмены относились к основной медицинской группе и не имели противопоказаний к занятиям спортом. Исследование проводилось с соблюдением всех принципов гуманности и этических норм. Спортсмены были разделены на две группы: контрольную и экспериментальную (КГ и ЭГ), в составе которых было по 12 и 16 человек соответственно. Особенностью подготовки спортсменов экспериментальной группы являлось то, что шесть раз в неделю в свободное от тренировочных занятий время и в дни отдыха у них проводились сеансы ИНГТ. Тренировочные занятия в обеих группах проводились три раза в неделю по 90 минут согласно программе для групп начальной подготовки в борьбе самбо.

Курс ИНГТ составлял 20 сеансов и заключался в дыхании через маску воздушно-газовой смеси, содержащей 12 % кислорода. Согласно разработанной схеме сеансы состояли из циклов с постепенным увеличением их количества от одного до шести и последующим проведением сеансов на этом же уровне до конца курса. Каждый цикл включал период дыхания гипоксической смесью в течение 5 минут с последующим дыханием атмосферным воздухом той же продолжительности.

Обсуждение. Обследование мальчиков экспериментальной группы проводилось до и после курса ИНГТ. В эти же сроки обследовались сверстники контрольной группы. Обследование проходило в первой половине дня. Измеряли длину и массу тела (ДТ, МТ). Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС) с использованием электрокардиографии. Измеряли систолическое, диастолическое артериальное давление (САД, ДАД) аускультативным методом Короткова в условиях относительного покоя, после стандартных степэргометрических нагрузок и в течение 3 минут восстановительного периода. Рассчитывали коэффициент расходования резервов миокарда (КРРМ), индекс восстановления (ИВ), физическую работоспособность по тесту (PWC 170) согласно рекомендациям [5].

Исследование красной крови проводилось утром в клинике INVITRO и включало определение количества гемоглобина (Hb), эритроцитов (RBC) и гематокрита (HCB).

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с определением средних значений и ошибки среднего. Различия оценивали по *t*-критерию Стьюдента и считали значимыми при $P < 0,05$. Также высчитывалось изменение в процентном соотношении представленных показателей до и после эксперимента.

После окончания курса ИНГТ со стороны сердечно-сосудистой системы в экспериментальной группе мы наблюдали статистически значимое уменьшение хро-

нотропной функции сердца в условиях покоя на 8,6 % ($p < 0,05$), при стандартной физической нагрузке мощностью 12 кгм/мин/кг – на 4,5 % ($p < 0,05$) (табл. 1). Это указывает на повышение экономичности сердечной деятельности, что также подтверждается уменьшением величины КРРМ на 8,2 % ($p < 0,05$). При этом процессы восстановления функционального состояния сердечно-сосудистой системы после физической нагрузки стали эффективнее. На это указывает на повышение индекса восстановления у самбистов ЭГ на 11,3 % по сравнению с исходными данными. Что касается показателей артериального давления, то их динамика была наименьшей, составляя от 1,9 до 4,0 %.

Одним из важных эффектов влияния курса ИНГТ оказалось достоверное увеличение показателя физической работоспособности при ЧСС 170 уд/мин (PWC170/кг) на 10,9 % ($p < 0,05$), что говорит о повышении аэробных возможностей организма. В контрольной группе анализ результатов исследования рассмотренных выше показателей фактически не выявил их динамики. Она составляла всего от 0,6 до 2,1 % относительно исходных данных.

Таблица 1

Показатели сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности самбистов 11–12 лет до и после курса ИНГТ (M ± m)

Показатели	Экспериментальная группа			Контрольная группа		
	До курса	После курса	Динамика %	До курса	После курса	Динамика %
ЧСС покоя (уд./мин.)	91,6 ± 4	83,8 ± 2,3*	↓8,6	87 ± 3,2	85,1 ± 2,3	↓1,9
САД покоя (мм.рт.ст.)	96 ± 2	97 ± 3,4	↑1,9	99 ± 1,6	101 ± 1,5	↑2,1
ДАД покоя (мм.рт.ст.)	62 ± 1,4	64 ± 1,9	↑2,8	63 ± 1,7	64 ± 1,9	↑1,6
ЧСС нагрузки (уд./мин.)	163,7 ± 2,2	156 ± 2,1*	↓4,5	169,6 ± 3,1	168,6 ± 3,1	↓0,6
САД нагрузк (мм.рт.ст.)	124,9 ± 4,6	120,9 ± 4,5	↓3,2	127,4 ± 2,7	129,3 ± 1,9	↑1,4
ДАД нагрузки (мм.рт.ст.)	57,8 ± 1,7	60,0 ± 2,4	↑4,0	58,8 ± 1,8	59,8 ± 1,3	↑1,5
ИВ (у.е.)	19,5 ± 0,8	21,7 ± 1	↑11,3	20,3 ± 0,4	20,6 ± 0,3	↑1,6
КРРМ (у.е.)	10,5 ± 0,8	9,7 ± 0,5*	↓8,2	9,6 ± 0,5	9,7 ± 0,5	↑0,8
PWC170 (кгм/мин/кг)	13,6 ± 0,5	15,1 ± 0,4*	↑10,9	12,2 ± 0,7	12,3 ± 0,8	↑0,7

Примечание: * – достоверные различия средних величин после курса ИНГТ при $p \leq 0,05$

Анализ красной крови после окончания курса ИНГТ в экспериментальной группе показал увеличение гематокрита на 3,8 %, эритроцитов – на 1,8 %, гемоглобина – на 5,6 % ($p < 0,05$) (табл. 2). Повышение количества гемоглобина свидетельствует о повышении кислородной емкости крови самбистов экспериментальной группы. В контрольной группе изменения изученных показателей красной крови было минимальным – от 0,4 до 1 % относительно исходных данных.

**Динамика показателей красной крови самбистов 11–12 лет
до и после курса ИНГТ (М ± m)**

Показатели	Экспериментальная группа			Контрольная группа		
	До курса	После курса	Динамика %	До курса	После курса	Динамика %
НСВ (%)	36,9 ± 0,8	38,4 ± 0,9	↑3,8	37,5 ± 0,5	37,7 ± 0,5	↑0,4
Нь (г/дл)	12,5 ± 0,24	13,3 ± 0,18*	↑5,6	13,1 ± 0,2	13 ± 0,1	↓0,8
RBC (млн/мкл)	4,8 ± 0,2	4,9 ± 0,1	↑1,8	4,69 ± 0,1	4,74 ± 0,1	↑1

Примечание: * – достоверные различия средних величин после курса ИНГТ при $p \leq 0,05$

Заключение. Занятия спортом, особенно соревновательная деятельность, вызывает в организме значительное напряжение функциональных систем кислородного обеспечения, которое в большой мере определяется и лимитируется его кислородо-транспортными возможностями. Важнейшими детерминантами последних является циркуляторный фактор, т. е. возможности сердечно-сосудистой системы (особенно сердца), и кислородной емкости крови [7]. После курса ИНГТ в экспериментальной группе мы наблюдаем положительную динамику в большинстве исследуемых физиологических показателей. Так, достоверно уменьшалась ЧСС в покое и во время нагрузки, ускорялись восстановительные процессы. Достоверно повышались значения PWC170/кг и гемоглобина. Это может свидетельствовать о расширении границ резервов кислородо-транспортной системы, повышении аэробной работоспособности у самбистов экспериментальной группы. В контрольной группе динамика практически не наблюдается. Количество гемоглобина, который напрямую влияет на кислородную емкость крови, имеет тенденцию к незначительному снижению.

Список источников

1. Глазачев О. С. Оптимизация применения интервальных гипоксических тренировок в клинической практике // Медицинская техника. – 2013. – № 3. – С. 21–24.
2. Колчинская А. З., Цыганова Т. Н., Остапенко Л. А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. – М.: Медицина, 2003. 406 с.
3. Николаева А. Г. Использование адаптации к гипоксии в медицине и спорте: Монография. – Витебск: ВГМУ, 2015. –150 с.
4. Псеунок А. А., Муготлев М. А. Силантьев М. Н. Особенности адаптации к тренировкам юных спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта // Детско-юношеский спорт. – 2016. – № 1. – С. 13–15.
5. Рубанович В. Б. Основы врачебного контроля при занятиях физической культурой: учеб. пособие. – М.: Юрайт, 2023. – 264 с.
6. Федеральный стандарт спортивной подготовки по виду спорта самбо [Электронный ресурс]: утвержден приказом Минспорта России от 12 октября 2015 г. № 932. URL: https://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_188963/847c426dc7b9d05c2c81f870edb0fd69d3e09681/ (дата обращения: 12.04.2023).
7. Фудин Н. А., Еськов В. М., Филатова О. Е., Зилов В. Г., Борисова О. Н. Влияние различных видов спорта на деятельность функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – № 1. – С. 1–11.
8. Шимченко М. В., Антонов М. А., Мирошниченко Д. А. Взаимосвязь между функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы и уровнем специальной

физической подготовленности самбистов различной квалификации // Современные проблемы физической культуры и спорта: ретроспектива, реальность и будущее: материалы междунар. науч.-практ. конференции. – Курган, 2014. – С. 69–72.

References

1. Glazachev O. S. Optimization of the use of interval hypoxic training in clinical practice. *Medicine Technic*, 2013, no. 3, pp. 21–24. (In Russian)
2. Kolchinskaya A. Z., Tsyganova T. N., Ostapenko L. A. Normobaric interval hypoxic training in medicine and sports. Moscow: Medicine Publ., 2003, 406 p. (In Russian)
3. Nikolaeva A. G. The use of adaptation to hypoxia in medicine and sports: a monograph. Vitebsk: VSMU, 2015, 150 p. (In Russian)
4. Pseunok A. A., Mugotlev M. A., Silantiev M. N. Features of adaptation to training of young athletes involved in cyclic and acyclic sports. *Children's and Youth Sports*, 2016, no. 1, pp. 13–15. (In Russian)
5. Rubanovich V. B. *Fundamentals of medical control during physical education: a tutorial*. Moscow: Yurayt Publ., 2023, 264 p. (In Russian)
6. *Federal standard of sports training for the sport of sambo*: approved by order of the Ministry of Sports of Russia dated October 12, 2015, no. 932. URL: https://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_188963/847c426dc7b9d05c2c81f870edb0fd69d3e09681/ (accessed 12.04.2023). (In Russian)
7. Fudin N. A., Eskov V. M., Filatova O. E., Zilov V. G., Borisova O. N. Influence of various sports on the activity of functional systems of the human body. *Bulletin of New Medical Technologies*, 2015, no. 1, pp. 1–2. (In Russian)
8. Shimchenok M. V., Antonov M. A., Miroshnichenko D. A. The relationship between the functional state of the cardiovascular system and the level of special physical fitness of sambists of various qualifications. *Modern problems of physical culture and sports retrospective, reality and future: materials of the international scientific and practical conference*. Kurgan, 2014, pp. 69–72. (In Russian)

Информация об авторах

Р. П. Лаптинов, аспирант, Новосибирский государственный педагогический университет.

В. Б. Рубанович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры спортивных дисциплин, Новосибирский государственный педагогический университет.

Information about the authors

R. P. Laptinov, Postgraduate Student, Novosibirsk State Pedagogical University.

V. B. Rubanovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Sports Disciplines, Novosibirsk State Pedagogical University.

Поступила: 18.05.2023

Принята к публикации: 28.06.2023

Received: May 18, 2023

Accepted for publication: June 28, 2023