

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.106.4.084>

МЕТОД ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ СПОРТИВНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ПОДВОДНОМ СПОРТЕ

Научная статья

Сауров Е.А.^{1,*}, Морозов С.Н.²

¹ ORCID: 0000-0002-1825-0023;

² ORCID: 0000-0002-1825-097X;

^{1,2} Российский Государственный Университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК),
Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (saurov.ev[at]gmail.com)

Аннотация

В научно-методической литературе имеются данные о положительном влиянии метода интервальной гипоксической тренировки на специальную работоспособность пловцов-подводников. Целью данной работы стала оценка влияния данного метода на соревновательную деятельность высококвалифицированных подводников, специализирующихся на дистанции 400м плавание в ластах.

Методы: в эксперименте приняли участие контрольная (n=3) и экспериментальные (n=3) группы, выполнявшие предсоревновательный мезоцикл подготовки к Кубку России 2019 г. по подводному спорту. Экспериментальная группа следовала методике интервальной гипоксической тренировки, описанной в предыдущих работах авторов [1]. Результаты, показанные спортсменами на Кубке, сравнивались с результатами, показанными до выполнения предсоревновательного мезоцикла. Сравнение изменений между независимыми выборками производилась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни при уровне значимости 1%.

Результаты: Обе группы испытуемых в среднем улучшили время проплывания дистанции 400м плавание в ластах после выполнения мезоцикла подготовки (p < 0.05). Однако, сравнение изменения результатов показало достоверно больший прирост результата в экспериментальной группе (p < 0.01).

Ключевые слова: гипоксия, плавание в ластах, подводные спорт, моноласт, плавание, фридайвинг, соревнование.

THE METHOD OF INTERVAL HYPOXIC TRAINING AS A FACTOR IN INCREASING PERFORMANCE IN UNDERWATER SPORTS

Research article

Saurov E.A.^{1,*}, Morozov S.N.²

¹ ORCID: 0000-0002-1825-0023;

² ORCID: 0000-0002-1825-097X;

^{1,2} Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

* Corresponding author (saurov.ev[at]gmail.com)

Abstract

In the scientific and methodological literature, there is evidence of a positive effect of interval hypoxic training on the special performance of underwater swimmers. The aim of this study is to assess the impact of this method on the competitive activity of highly trained underwater swimmers specializing in finswimming at the distance of 400m.

Methods: the experiment involved a control (n=3) and experimental (n=3) group that performed a pre-competition preparation mesocycle for the 2019 Russia Cup in underwater sports. The experimental group followed the method of interval hypoxic training described in the previous works of the authors [1]. The results shown by the athletes at the event were compared with the results shown before performing the pre-competition mesocycle. The changes between independent samples were compared using the nonparametric Mann-Whitney test at a significance level of 1%.

Results: Both groups of subjects on average improved the swimming time at the studied distance (400m finswimming) after completing the mesocycle of training (p < 0.05); however, a comparison of the changes in the results showed a significantly greater increase in the result of the experimental group (p < 0.01).

Keywords: hypoxia, finswimming, underwater sports, monofin, swimming, freediving, competition.

Введение

Наибольшее внимание исследований спортивной тренировки в последние годы направлено на совершенствование методов подготовки спортсменов, специализирующихся на дистанции 400м плавание в ластах, которую многие авторы считают наиболее трудоемкой дисциплиной этого вида спорта [1], [2], [3]. Действительно, соревновательное упражнение среди высокотренированных спортсменов длится около трех минут и проходит в зоне смешанного метаболизма с преобладанием анаэробных процессов получения энергии.

В работах отечественных и иностранных исследователей спорта находятся подтверждения тому факту, что организованное применение метода ИГТ (интервальной гипоксической тренировки) может оказывать положительное влияние на специальную подготовленность высокотренированных спортсменов, специализирующихся на дистанции 400м плавание в ластах подводного спорта (p < 0.05) [4], [5], [6]. Научно обоснованная в исследованиях отечественных специалистов спорта методика ИГТ апробирована на группе спортсменов мужского пола из одной из самых успешных команд России мира — сборной команды Красноярского Края, которую можно назвать репрезентативной, поскольку антропометрические и морфофункциональные показатели группы соответствуют показателям, описанным в научных источниках литературы [1].

Однако, авторы исследования сообщают, что хотя прирост показателей специальной работоспособности и отражает уровень подготовленности спортсмена к выполнению собственно-соревновательной деятельности, все же не является поводом считать, что описанная в работе методика приводит к приросту спортивной результативности среди высокотренированных подводников [1], [5], [7], [8].

Гипотеза

В качестве нулевой гипотезы принята гипотеза о том, что методика ИГТ, описанная в научных публикациях, не приводит к достоверному приросту спортивной результативности. Проверка гипотезы осуществлялась с помощью произведения эксперимента с участием двух групп испытуемых (экспериментальной и контрольной).

Исследуемые субъекты

Испытуемыми в рамках эксперимента стали пловцы-подводники из сборной команды Красноярского Края, имеющие стаж непрерывной спортивной деятельности не менее семи лет, 1 спортивный разряд или выше, возраст восемнадцати или более лет, а также были допущены к участию в спортивной и тренировочной деятельности по результатам медицинского обследования.

Таблица 1 – Показатели антропометрии участников эксперимента

Группа	N	Возраст, лет	Длина тела, см	Масса тела, кг	Спорт. квалиф.
Экспериментальная	3	21.1 +/- 1.9	183.9 +/- 1.4	87.8 +/- 1.4	КМС - МСМК
Контрольная	3	23.9 +/- 1.9	185.1 +/- 2.9	88.1 +/- 1.5	КМС-МСМК

Исследуемую выборку можно назвать репрезентативной, так как показатели антропометрии соответствуют данным, представленным в опубликованных работах по данной тематике [9], [10].

Сбор данных

Исследование проводилось в течение предсоревновательного мезоцикла подготовки к Всероссийским соревнованиям (Кубок России по подводному спорту 2019 г.) Наблюдаемые группы следовали единому плану подготовки в воде, квалиметрический анализ которого представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и направленность нагрузок в предсоревновательном мезоцикле сборной команды Красноярского Края

Направленность тренировок	Экспериментальная группа	Контрольная группа	Значимость
Общий объем тренировок в недельном микроцикле, км	47.90 ± 1.10	48.90 ± 0.90	P > 0.05
Аэробной направленности, км	17.90 ± 1.32	18.50 ± 1.42	P > 0.05
Смешанной направленности, км	27.10 ± 1.35	26.10 ± 1.12	P > 0.05
Гликолитической анаэробной направленности, км	2.50 ± 0.20	3.20 ± 0.15	P < 0.05
Алактатной анаэробной направленности, км	0.40 ± 0.20	0.50 ± 0.10	P > 0.05

Методика ИГТ

Экспериментальная группа следовала описанной в таблице 3 методике и выполняла предложенную ИГТ пять раз в неделю в промежутке между утренним и вечерним тренировочным занятием в воде в течение первых четырех недель шестинедельного предсоревновательного мезоцикла.

Данная рекомендация опиралась на предыдущий работы авторов, в которых удалось показать, что следование описанной выше (табл. 3) методике в течение основной нагрузочной части цикла непосредственной подготовки к спортивному состязанию может привести к повышению специальной подготовленности высокотренированных пловцов, выступающих в дисциплине 400м плавание в ластах [1].

Для проведения ИГТ использовалось оборудование фирмы Huxico Ltd (USA), способное создавать дыхательную газовую смесь с десятипроцентным содержанием кислорода. Применение данного оборудования апробировано на представителях разных видов спорта с преимущественным проявлением выносливости и описано в научно-методической литературе [11], [12], [13]. Во время выполнения интервальной гипоксической тренировки спортсмены находились в состоянии покоя в положении сидя, используя для дыхания маску Huxico Elevation Mask (USA) (рис. 1), подсоединенную с помощью шлангов и двух гофра-мешков к гипоксикатору Huxico Everest II (USA). Контроль за уровнем сатурации крови кислородом осуществлялся с помощью пульсоксиметра Huxico Pulse-Oximeter (USA).

Таблица 3 – Протокол интервальной гипоксической тренировки в покое

Гипоксическая нагрузка	Соотношение нагрузки и отдыха		Объем и интенсивность	
	Нагрузка, мин	Отдых, мин	Количество подходов, раз	Граница SaO ₂ , %
1 неделя	1	0,5	30	88
2 неделя	2	1	20	85
3 неделя	5	2,5	10	82
4 неделя	10	5	5	80

Стоит отметить, что граница снижения уровня сатурации крови в первой неделе воздействия был снижена до 88%, что имело под собой основание плавного повышения уровня гипоксической нагрузки, что согласуется с данными, имеющимися в источниках научно-методической литературы; в течение недель со второй по четвертую уровень граница снижения сатурации была установлена в размере 85% [11], [14], [17].

Гипоксическое воздействие было прекращено за пятнадцать дней до начала соревновательной программы Кубка России по подводному спорту для того, чтобы обеспечить необходимое время для протекания адаптационных перестроек организма спортсменов.

Результаты в соревновательном упражнении

Программа Кубка России (группа дисциплин «плавание в ластах», г. Заречный, Свердловская область) началась через пятнадцать дней после окончания мезоцикла, в течение которого проводилась воздействие нормобарической гипоксии. Программа Кубка России предполагала квалификацию в полуфинальных (утренних) заплывах, по результатам которого восемь лучших спортсменов становились участниками финальных (вечерних) заплывов. Разница во времени между полуфиналом и финалом составляла от 5 до 9 часов.



Рис. 1 – Спортсмен, выполняющий дыхание в покое газовой смесью со сниженной концентрацией кислорода (10%)

Дистанция 400м плавание в ластах проходила в первый день соревнований (на 15-ый день после окончания гипоксического воздействия), таким образом, дистанция попадала в наиболее благоприятное окно наибольшей работоспособности (15-26-ой день) [12]. Результаты финального заплыва на 400м плавание в ластах представлены на рисунке 2 (протокол соревнований находится в открытом доступе на сайте Федерации Подводного Sports России www.ruf.ru).

Необходимо отметить, что из спортсменов контрольной и экспериментальной группы 5 человек стали участниками финального заплыва (6-ой участник занял 14-ое место в общем зачете), 2-ое спортсменов стали победителем и бронзовым призером соответственно.

Плавание в ластах - 400 м, мужчины

Место	Разряд	Фамилия Имя	Г.р.	Команда	Результат	Финал	Разряд	Очки
1	ЗМС	Шафигулин Алексей	1991	Красноярский край	3.07,84	3.02,99	МС	50
2	МС	Худышкин Александр	2002	Свердловская область	3.10,17	3.05,74	МС	46
3	МСМК	Стрюков Яков	1997	Красноярский край	3.07,58	3.06,30	МС	42
4	МС	Чепенко Егор	2000	Красноярский край	3.08,72	3.07,18	МС	39
5	МС	Метальников Андрей	1999	Красноярский край	3.10,06	3.09,38	МС	36
6	КМС	Гаврилов Александр	2002	Красноярский край	3.09,67	3.10,33	МС	33
7	МС	Гусев Данила	2001	Новосибирская область	3.13,28	3.13,69	МС	30
8	МС	Бородин Никита	2001	Нижегородская область	3.13,09	3.13,81	МС	27
9	ЗМС	Резников Николай	1983	Краснодарский край	3.14,12		КМС	24
10	КМС	Крупин Илья	2001	Свердловская область	3.14,41		КМС	22
11	КМС	Петри Виктор	2001	Новосибирская область	3.16,21		КМС	лично
12	КМС	Берестов Алексей	2003	Томская область	3.16,35		КМС	20
13	КМС	Епифанцев Максим	2001	Новосибирская область	3.16,52		КМС	лично
14	МС	Порываев Михаил	1995	Красноярский край	3.17,06		КМС	18

Рис. 2 – Результаты Кубка России по плаванию в ластах 2019 (г. Заречный, Свердловская область) на дистанции 400м плавание в ластах

Статистический анализ

Для проверки нулевой гипотезы были использованы методы непараметрической статистики, так как объем выборки не позволяет выполнить оценку выборки на нормальность. В данном случае применяется непараметрический аналог t-теста Стьюдента — тест с использованием критерия Манна-Уитни.

Для анализа данных использовались программные библиотеки pandas.DataFrame и numpy программного пакета Python 3.8, наиболее часто используемые для предварительной обработки данных. Для статистической обработки данных и визуализации результатов исследований были использованы программные библиотеки scipy.stats и plotly программного языка Python 3.8, в которых представлены методы для выполнения описанного выше статистического теста.

Для снижения вероятности принятия нулевой гипотезы в случае ложноположительного результата, был выбран уровень значимости 1%.

Результаты

На рис. 3 и в таблице 4 приведены результаты сравнения среднего времени проплывания дистанции 400м плавание в ластах до начала предсоревновательного мезоцикла и после него, показанные на Кубке России по подводному спорту 2019.

Таблица 4 – Прирост спортивной результативности в контрольной и экспериментальной группах

400м	Контрольная группа (n=3)		Экспериментальная группа (n=3)	
	До	После	До	После
Среднее время	3.10,17 +/- 1.08,80	3.09,65 +/- 1.12,03	3.10,80 +/- 1,58,00	3.08,69 +/- 1.12,08
Δ сек	0.52 ± 0.15		2.11 ± 0.99	
Δ %	0.27 +/- 0.12		1.16 +/- 0.52	

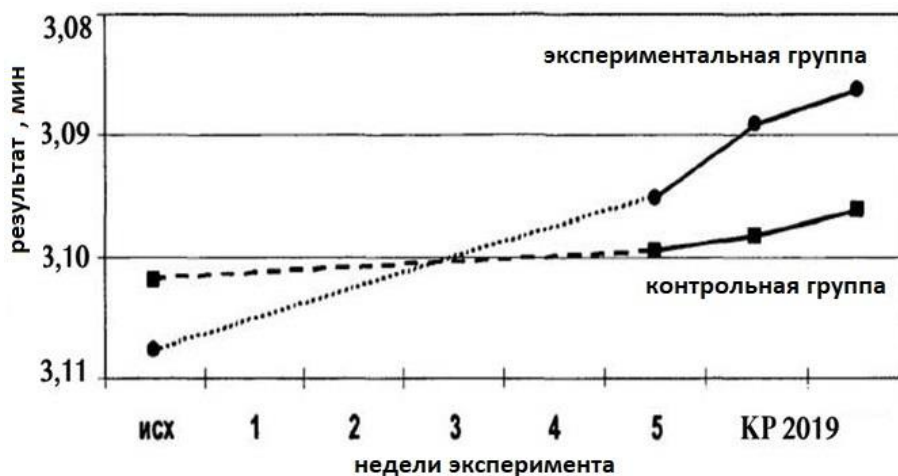


Рис. 3 – Прирост результата контрольной и экспериментальной группы на дистанции 400м плавание в ластах за 6 недель тренировок

Обсуждение

В течение нагрузочной фазы предсоревновательного шестинедельного мезоцикла трое спортсменов-подводников, выступающих в дисциплине 400м плавание в ластах, следовали разработанной в предыдущих работах авторов методике ИГТ, представляющую собой чередование дыхания гипоксической газовой смесью с 10% содержанием

кислорода с дыханием атмосферным воздухом в состоянии покоя по описанному в таблице 3 протоколу. В результате, спортсмены получили более чем двухсекундное снижение времени проплывания своей основной соревновательной дистанции, которое было зафиксировано в протоколах официальных спортивных соревнований. Трое спортсменов-подводников контрольной группы также в среднем снизили свое время проплывания основной соревновательной дистанции в среднем на 0.52 секунды. Это говорит об эффективности построения спортивной тренировки и оправданности методов, использованных в подготовке к соревнованию.

Квалиметрический анализ выполненной спортсменами в мезоцикле подготовки, представляющий собой классификацию тренировочной нагрузки по зонам преобладающего метаболизма, показал отсутствие достоверных различий общего объема тренировочной нагрузки в недельном микроцикле, нагрузок аэробной, смешанной и алактатной анаэробной направленности ($p > 0.05$). Объем нагрузки гликолитической анаэробной направленности был достоверно выше в группе, не подвергавшейся воздействию гипоксии ($p < 0.05$).

Несмотря на это, статистический тест Манна-Уитни показал наличие достоверных различий между снижением времени проплывания основной соревновательной дистанции между группой, применявшей ИГТ, и группой контроля ($p < 0.01$). Это означает, что следование разработанной методике ИГТ, выполнявшейся тремя спортсменами в рамках эксперимента, не только смогла компенсировать меньший объем нагрузки гликолитической анаэробной направленности, но и стала фактором повышения устойчивости к гипоксии.

Данный факт опровергает нулевую гипотезу и позволяет утверждать, что методика ИГТ все же приводит к достоверному приросту спортивной результативности высокотренированных спортсменов, выступающих на дистанции 400м плавание в ластах подводного спорта.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Saurov E.A. Improving the performance of highly trained underwater swimmers via interval training / E.A. Saurov, S.N. Morozov // *Int Research J.* 2021; 2(104):118-122.
2. Saurov E.A. Instrumental hypoxic training of the accomplished frogman for Russian Championship 2019 / E.A. Saurov, S.N. Morozov // *Int Research J.* 2020; 9(99): 152-157.
3. Saurov E.A. Hypoxic intervention in elite finswimmers as a factor of development of the athletic performance / E.A. Saurov // *Modern Uni. of Sport Sci.* 2019; 3(2): 242-245.
4. Saurov E.A. Comparative analysis of monofin swimming technique of highly qualified underwater swimmers as a study guide for athletes of junior titles / E.A. Saurov, N.V. Saurova // *Prospects of Science and Education.* 2018; 3(33), 192-197.
5. Luks A.M. Acute high-altitude sickness / A.M. Luks, E.R. Swenson, P. Bartsch // *European respiratory review: an official journal of the European Respiratory Society.* 2017;26(143).
6. Richalet J.P. Physiological risk factors for severe high-altitude illness: a prospective cohort study / J.P. Richalet, P. Larmignat, E. Poitrine et al. // *Am J Respir Crit Care Med.* 2012;185(2):192-198.
7. Luks A.M. Clinician's corner: What do we know about safe ascent rates at high altitude? / A.M. Luks // *High Alt Med Biol.* 2012;13(3):147-152.
8. Oelz O. Physiological profile of world-class high-altitude climbers / O. Oelz, H. Howald, P.E. Di Prampero et al. // *Journal of Applied Physiology.* 1986;60(5):1734-1742.
9. Faiss R. Responses to exercise in normobaric hypoxia: comparison of elite and recreational ski mountaineers / R. Faiss, C. von Orelli, O. Deriaz et al. // *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(6):978-984.
10. Millet G.P. Point: Hypobaric hypoxia induces different physiological responses from normobaric hypoxia / G.P. Millet, R. Faiss, V. Pialoux // *Journal of applied physiology.* 2012;112(10):1783-1784.
11. Millet G.P. Evidence for differences between hypobaric and normobaric hypoxia is conclusive / G.P. Millet, R. Faiss, V. Pialoux // *Exerc Sport Sci Rev.* 2013;41(2):133.
12. Fulco C.S. Effectiveness of preacclimatization strategies for high- altitude exposure / C.S. Fulco, B.A. Beidleman, S.R. Muza // *Exerc Sport Sci Rev.* 2013;41(1):55-63.
13. Zoll J. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. III. Muscular adjustments of selected gene transcripts / Zoll J, Ponsot E, Dufour S, et al. // *J Appl Physiol.* 2006;100(4):1258-1266.
14. Brocherie F. Repeated maximal- intensity hypoxic exercise superimposed to hypoxic residence boosts skeletal muscle transcriptional responses in elite team-sport athletes / F. Brocherie, G.P. Millet, G.D'Hulst et al. // *Acta Physiol (Oxf).* 2018;222(1).
15. Jornet K. How do I train again and again. 2017 / K. Jornet. [Electronic resource]. – URL: https://stories.kilianjornet.cat/uploads/files/How_Do_I_train_ENG.pdf. (accessed 13.03.2021)
16. Solli G.S. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier / G.S. Solli, E. Tonnessen, O. Sandbakk // *Frontiers in physiology.* 2017;8:1069.
17. Richalet J.P. Use of a hypobaric chamber for pre-acclimatization before climbing Mount Everest / J.P. Richalet, J. Bittel, J.P. Herry et al. // *International journal of sports medicine.* 1992;13 Suppl 1:S216-220.