УДК 796.03

ГИПОКСИЯ КАК ФАКТОР ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЛОЖНО-КООРДИНАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СПОРТЕ

Д.И. Сечин, Р.В. Тамбовцева

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия.

Ключевые слова: гипоксия, ЭЭГ, альфа и бета ритмы, спорт, психофизиологические показатели, сложно-координационные способности, спортсмены.

Аннотация: Цель исследования: определить влияние гипоксических факторов на психофизиологические показатели в связи с проявлением сложно-координационных способностей спортсменов. В научном наблюдении участвовали 30 квалифицированных спортсменов, специализирующихся в единоборствах. В стандартных лабораторных условиях использовали нормобарическую гипоксию (газовая смесь с содержанием 10% кислорода). В результате проведенного наблюдения было выявлено, что гипоксический фактор непосредственно влияет на проявление сложно-координационных способностей человека, на структуру отдельных двигательных умений и навыков.

HYPOXIA AS FACTOR OF INTENSIFICATION OF COMPLEX-COORDINATION ACTIVITY IN SPORTS

D.I. Sechin, R.V. Tambovtseva

Russian State University of Physical Culture. Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia.

Keywords: hypoxia, EEG, alpha and beta rhythms, sports, psychophysiological indicators, complex-coordinating abilities, athletes.

Annotation. The purpose of the study: to determine the influence of hypoxic factors on psychophysiological indicators due to the manifestation of difficult-coordination abilities of athletes. 30 qualified athletes specializing in single combats participated in scientific observation. Under standard laboratory conditions, normobaric hypoxia (10% oxygen gas mixture) was used. The observation revealed that hypoxic factor directly affects the manifestation of complex-coordination abilities of the person, on the structure of individual motor skills and skills.

Введение. В практике спорта широко распространенным является использование гипоксических воздействий, преимущественно направленное на решение задач общей и специальной физической подготовки [2,4,5,6,7,8]. При этом, возможность использования гипоксических воздействий в разделах технической и технико-тактической подготовки не рассматривается должным образом. Соответственно, целью исследования является определение особенностей влияния гипоксического воздействия на психофизиологические показатели, детерминирующие проявления сложно-координационных способностей у спортсменов.

Методы и организация исследования. Научное наблюдение было проведено на базе лаборатории кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК). В экспериментальном исследовании приняло участие 30 квалифицированных спортсменов, специализирующихся в единоборствах и давших письменное согласие на участие в нем. Возраст испытуемых составил 21±2 полных лет. Все испытуемые ранее не использовали и не находились под продолжительным влиянием гипоксических факторов. Экспериментальное исследование проводилось по следующей программе: 1. Предварительное психофизиологическое исследование, направленное на получение индивидуальных психофизиологических показателей в условиях нормоксии. 2. Экспериментальное воздействие нормобарической гипоксией (газовая смесь с содержанием 10% кислорода) в стандартизированных лабораторных условиях. 3. Повторное психофизиологическое исследование, направленное на выявление изменений психофизиологических показателей, вызванных гипоксическим стимулом.

В рамках исследования использовались методы психофизиологического исследования (Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» [3]), метод гипоксических проб (Гипоксикатор «Эверест-1, мод.07m»), метод регистрации функционального состояния головного мозга (10-ти канальный электроэнцефалограф NeuroScope NS410A) и математико-статистические методы. На протяжении всего исследования осуществлялась непрерывная запись электроэнцефалограммы, установка электродов осуществлялась в соответствии с международной системой размещения электродов «10-20».

Результаты исследования и их обсуждение. В качестве базовой детерминанты способности к реализации сложно-координационного потенциала спортсмена в условиях соревновательной деятельности используются показатели системы анализаторов, а именно показатели сенсомоторных реакций. В таблице 1 представлены показатели для ведущих и не ведущих конечностей полученные как при исходном тестировании, так и при заключительном.

Таблица 1

Показатели сенсомоторных реакций спортсменов-единоборцев

Показатель		До гипоксического воздействия	После гипоксического воздействия
Ведущая рука	ВРНС, с. *	0,30±0,06	0,26±0,05
	ВРНЗ, с. *	0,59±0,18	0,50±0,11
	ВРВ, с. *	0,42±0,07	0,37±0,09
Не ведущая рука	ВРНС, с.	0,27±0,05	0,24±0,04
	ВРНЗ, с.	0,53±0,08	0,50±0,09
	ВРВ, с.	0,38±0,05	0,33±0,07
Ведущая нога	ВРНС, с.	0,69±0,09	0,47±0,32
	ВРНЗ, с.	0,34±0,24	0,35±0,07
Не ведущая нога	ВРНС, с. *	0,57±0,43	0,35±0,05
	ВРНЗ, с.	0,33±0,06	0,31±0,05

ВРНС – Время реакции на свет;
ВРНЗ – Время реакции на звук;
ВРВ – Время реакции выбора.

- -Различия достоверны при $p< 0,05$

На основании показателей, представленных в таблице 1, определен положительный эффект гипоксического воздействия, выражающийся в снижении времени, затрачиваемого на реагирование руками и ногами. Наиболее выраженный эффект характерен для ведущей руки (изменения по всем рассматриваемым показателям являются статистически достоверными при $p<0,05$).

Для оценки изменения индивидуальных особенностей профиля асимметрии использовались показатели динамики темпа движений руками и ногами (таблица 2). Результаты 60-ти секундного теппинг теста представлены в виде 6-ти 10-ти секундных интервалов.

При рассмотрении непосредственно самих показателей динамики темпа движений руками и ногами следует отметить тенденцию к снижению количества двигательных действий, выполняемых в единицу времени после пребывания в условиях воздействия гипоксическим стимулом. Несмотря на то что изменения поддаются умозрительному анализу, статистически достоверных различий между представленными результатами не выявлено. Снижение частоты движений отдельными сегментами тела в единицу времени свидетельствует о нарушении согласованности и упорядоченности движений во времени и пространстве отдельными частями тела.

Для последующего определения качественных изменений, вызванных гипоксическим стимулом, был осуществлен подсчет коэффициента асимметрии для исходного и заключительного тестирования [1]. Изменения, вызванные гипоксическим воздействием представлены графически на рисунке 1.

Таблица 2

Показатели динамики темпа движений руками и ногами (количество нажатий) спортсменов-единоборцев

Показатель		1-ый инт.	2-ой инт.	3-ий инт.	4-ый инт.	5-ый инт.	6-ой инт.
Ведущая рука	До	60,1± 11,1	62,2± 5,9	58,6± 4,97	56,9± 4,6	55,9± 4,6	56,3± 3,9
	После	62,3± 5,9	59,0± 4,8	57,0± 5,4	56,3± 5,0	55,5± 5,4	56,0± 4,4
Не ведущая рука	До	59,0± 7,7	55,6± 5,4	53,5± 4,6	51,7± 3,9	51,7± 3,6	50,5± 4,0
	После	57,9± 6,1	54,3± 4,9	50,9± 4,8	50,7± 4,3	48,4± 6,9	50,4± 5,1
Ведущая нога	До	62,3± 15,0	57,4± 14,4	56,0± 15,9	60,3± 19,0	56,8± 17,3	48,5± 18,8
	После	56,5± 17,5	56,8± 15,4	52,9± 15,7	49,2± 14,3	52,3± 13,9	51,1± 12,4
Не ведущая нога	До	56,8± 14,7	52,5± 14,8	50,5± 14,8	49,8± 17,3	48,8± 17,7	50,0± 16,9
	После	48,9± 14,4	52,8± 20,3	50,6± 17,7	48,6± 19,2	51,0± 19,1	49,0± 18,2

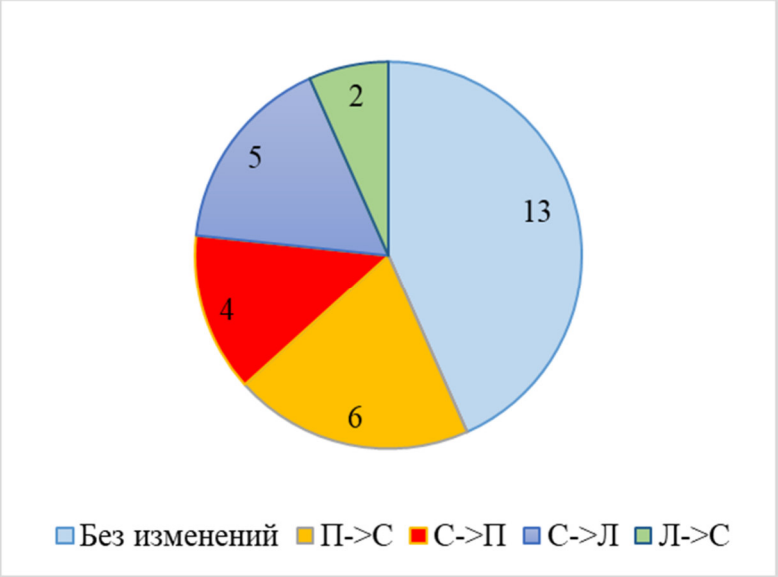


Рис.1. Общая характеристика изменений доминирующей стороны при выполнении 60-ти секундного теппинг теста спортсменами-единоборцами

У большей части исследуемой выборки произошли изменения доминирующей стороны при выполнении поставленных заданий. Наиболее распространенным вариантом изменения является изменение преобладания

правшества на симметрию, а также изменение преобладания симметрии на левшество.

По результатам анализа записей ЭЭГ во время реализации программы исследования, выявлен ряд следующих особенностей:

- Отмечено увеличение средней амплитуды альфа и бета ритмов во время гипоксического воздействия, при этом амплитуда дельта ритма во время гипоксического воздействия снижена относительно исходного уровня;
- Средняя амплитуда альфа ритма во время выполнения экспериментальной работы после гипоксического воздействия не имеет выраженного и статистически достоверного отличия от исходных показателей;
- Средняя амплитуда бета-ритма во время выполнения экспериментальной работы после гипоксического воздействия статистически достоверно отличается от уровня первичного тестирования, превышая его;
- Средняя амплитуда дельта-ритма во время выполнения экспериментальной работы после гипоксического воздействия не отличается от показателей, полученных при первичном тестировании.

Таким образом, безусловно, воздействие гипоксических факторов на организм человека является негативным, что подтверждается рядом исследований, освещающих данную проблематику. При попадании в гипоксические условия у человека замедляется мозговая деятельность [14]. Продолжительное пребывание под влиянием гипоксических факторов снижает когнитивные и моторные функции [13]. Со стороны умственных функций отмечается снижение концентрации внимания [12], снижение бдительности [14], ухудшение памяти [15]. Со стороны моторных функций происходит снижение способности к выполнению моторно-когнитивных задач, нарушается постуральный контроль движений, а также статический баланс и параметры походки [10].

Происходящие изменения в когнитивной и моторной сфере человека обусловлены множеством факторов, основными из которых являются нарушение метаболизма центральных нейротрансмиттеров [9] и изменение электрической активности головного мозга [14].

Полученные результаты, свидетельствующие о снижении времени, затрачиваемого на различные реакции, согласуется с данными других исследований, продемонстрировавших схожий эффект при снижении оксигенации вплоть до 90% [11]. Изменения, отмеченные в индивидуальных профилях доминирующей стороны при выполнении заданий на поддержание максимального темпа движений руками и ногами, свидетельствуют о снижении моторных функций человека под влиянием гипоксического стимула. Показатели электрической активности головного мозга также

согласуются с уже имеющимися данными представленными в работах J. van der Post, (2002) [11] и свидетельствуют о типичности механизмов реакции центральных процессов.

Заключение. На основании проведенного исследования и соотнесения полученных результатов с данными представленными в тематических источниках, сделано заключение о типичности механизмов реакции центральных процессов на гипоксический стимул у тренированных, но не адаптированных к гипоксии людей. Вся совокупность представленных фактов свидетельствует о непосредственном влиянии гипоксических факторов на проявление сложно-координационных способностей человека. Таким образом, гипоксическое воздействие, влияя на координацию движений, способно влиять на структуру отдельных двигательных умений и навыков. Обобщая полученные результаты, сформулировано следующее положение: пребывание в состоянии, вызванном гипоксией оказывает влияние на ряд способностей, связанных с овладением новыми формами двигательных действий, дифференцировкой и управлением ими, т.е. влияет на двигательно-координационные способности.

Проведенное исследование позволяет сделать заключение о возможности использования гипоксических факторов в разделах технической и технико-тактической подготовки спортсменов высокой квалификации как средство содействия интенсификации тренировочного процесса.

Список литературы

1. Бердичевская Е.М. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт / Е.М. Бердичевская // В книге: функциональная межполушарная асимметрия Хрестоматия. Москва, 2004. С. 897-954.

2. Волков Н.И. Проблемы эргогенных средств и методов тренировки в теории и практике спорта высших достижений / Н.И. Волков, Ю.Л. Войтенко, Р.В. Тамбовцева, Б.А. Дышко // Теория и практика физической культуры. 2013. № 8. С. 68-72.

3. Корягина Ю.В. Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» (АПК «Спортивный психофизиолог») № 2010617789/ Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2011. - № 1 ч.2. – С. 308.

4. Сечин Д.И. Влияние кратковременного гипоксического воздействия на индивидуальную динамику темпа движений и скорость реакций на основные раздражители у спортсменов / Д.И. Сечин, Р.В. Тамбовцева // Сборник материалов. – МГУ: Москва, 2019. – С.133.

5. Тамбовцева Р.В. Положительные и отрицательные факторы использования эргогенических средств и методов повышения спортивной работоспособности / Р.В. Тамбовцева // В книге: Фундаментальные и прикладные исследования физической культуры, спорта, олимпизма: традиции и инновации. Изд-во «Спорт». – Москва, 2018. – С.378-393.

6. Тамбовцева Р.В. Использование комбинированного сочетания гипоксической гипоксии с повторными и интервальными нагрузками с целью повышения физической работоспособности спортсменов / Р.В. Тамбовцева / Материалы всероссийской научно-практической конференции: «Перспективные направления в области физической культуры, спорта и туризма». – Нижневартовск, 2018. – С.520-523.

7. Тамбовцева Р.В. Влияние различных эргогенических средств на психофизиологические характеристики спортсменов / Р.В. Тамбовцева, Д.И. Сечин // Теория и практика физической культуры. 2019. № 7. С. 62-64.

8. Тамбовцева Р.В. Динамика психофизиологических характеристик у спортсменов единоборцев высокой квалификации под влиянием гипоксического стимула / Р.В. Тамбовцева, Д.И. Сечин // Теория и практика физической культуры. 2020. № 2. С. 33-35.

9. Gibson G.E. Brain dysfunction in mild to moderate hypoxia / G.E. Gibson // The American journal of medicine. 1981. Т. 70. № 6. P. 1247-1254.

10. Hamacher D. Motor-cognitive dual-tasking under hypoxia / D. Hamacher // Experimental Brain Research. 2017. № 235(10). P. 2997–3001.

11. J. van der Post. Evaluation of tests of central nervous system performance after hypoxemia for a model for cognitive impairment / J. van der Post // Journal of Psychopharmacology. 2002. № 4. P. 337–343.

12. Lindeis E. An AFM investigation of the effects of acute hypoxia on mental rotation /E. Lindeis, A. Nathoo, B. Fowler // Ergonomics. 1996. № 39:2. P. 278-284.

13. Moraga F.A. The effect of oxygen enrichment on cardiorespiratory and neuropsychological responses in workers with chronic intermittent exposure to high altitude (ALMA, 5,050 m) / F.A. Moraga // Frontiers in physiology. 2018. Т. 9. P. 187.

14. Saletu B. Brain protection of nicergoline against hypoxia: EEG brain mapping and psychometry / B. Saletu // Journal of Neural Transmission - Parkinson's Disease and Dementia Section. 1990. № 2(4). P. 305–325.

15. Taylor L. The Impact of Different Environmental Conditions on Cognitive Function: A Focused Review / L. Taylor // Frontiers in physiology. 2016. №6. P. 372.

References

1. Berdichevskaya E.M. Functional interhemispheric asymmetry and sport / E.M. Berdichevskaya // In the book: functional interhemispheric asymmetry Chrestomatiya. Moscow, 2004.S. 897-954.

2. Volkov N.I. Problems of ergogenic means and training methods in the theory and practice of sports of the highest achievements / N.I. Volkov, Yu.L. Voitenko, R.V. Tambovtseva, B.A. Dyshko // Theory and practice of physical culture. 2013. No. 8. P. 68-72.

3. Koryagina, Yu.V. Hardware and software complex "Sports Psychophysiologist" (agro-industrial complex "Sports Psychophysiologist") No.

2010617789 / Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin // Computer Software. Database. Topologies of integrated circuits. - 2011. - No. 1 part 2. - S. 308.

4. Sechin D.I. The influence of short-term hypoxic effects on the individual dynamics of the tempo of movements and the speed of reactions to the main irritants in athletes / D.I. Sechin, R.V. Tambovtseva // Collection of materials. - Moscow State University: Moscow, 2019. P.133.

5. Tambovtseva R.V. Positive and negative factors of using ergogenic means and methods of increasing sports performance / R.V. Tambovtseva // In the book: Fundamental and applied research of physical culture, sports, Olympism: traditions and innovations. Publishing house "Sport". - Moscow, 2018. P.378-393.

6. Tambovtseva R.V. The use of a combined combination of hypoxic hypoxia with repeated and interval loads in order to increase the physical performance of athletes / R.V. Tambovtseva / Materials of the All-Russian scientific-practical conference: "Promising areas in the field of physical education, sports and tourism." - Nizhnevartovsk, 2018. P.520-523.

7. Tambovtseva R.V. The influence of various ergogenic means on the psychophysiological characteristics of athletes / R.V. Tambovtseva, D.I. Sechin // Theory and Practice of Physical Culture. 2019. No 7.p. 62-64.

8. Tambovtseva R.V. Dynamics of psychophysiological characteristics in highly qualified combatants under the influence of a hypoxic stimulus / R.V. Tambovtseva, D.I. Sechin // Theory and Practice of Physical Culture. 2020. No. 2. P. 33-35.

9. Gibson G.E. Brain dysfunction in mild to moderate hypoxia / G.E. Gibson // The American journal of medicine. 1981. T. 70. № 6. P.1247-1254.

10. Hamacher D. Motor-cognitive dual-tasking under hypoxia / D. Hamacher // Experimental Brain Research. 2017. № 235(10). P. 2997–3001.

11. J. van der Post. Evaluation of tests of central nervous system performance after hypoxemia for a model for cognitive impairment / J. van der Post // Journal of Psychopharmacology. 2002. № 4. P.337–343.

12. Lindeis E. An AFM investigation of the effects of acute hypoxia on mental rotation / E. Lindeis, A. Nathoo, B. Fowler // Ergonomics. 1996. № 39:2. P.278-284.

13. Moraga F.A. The effect of oxygen enrichment on cardiorespiratory and neuropsychological responses in workers with chronic intermittent exposure to high altitude (ALMA, 5,050 m) / F.A. Moraga // Frontiers in physiology. 2018.T.9.P. 187.

14. Saletu B. Brain protection of nicergoline against hypoxia: EEG brain mapping and psychometry / B. Saletu // Journal of Neural Transmission - Parkinson's Disease and Dementia Section. 1990. № 2(4). P.305–325.

15. Taylor L. The Impact of Different Environmental Conditions on Cognitive Function: A Focused Review / L. Taylor // Frontiers in physiology. 2016. №6. P. 372.

Сведения об авторах: **Дмитрий Иванович Сечин** – аспирант, заведующий лабораторией биоэнергетики мышечной деятельности

РГУФКСМиТ, Россия, Москва, dimasechin@gmail.com; **Ритта Викторовна Тамбовцева** - заведующая кафедрой биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова, д.б.н., профессор, ritta7@mail.ru.