

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ К ОСТРОЙ ГИПОКСИИ

**Д.О. Малеев**

*Тюменский государственный университет, г. Тюмень*

Цель – определить индивидуальную устойчивость организма лыжников-гонщиков высокой квалификации к острой гипоксии. В исследовании приняли участие две группы лыжников-гонщиков высокой квалификации (по 10 человек в каждой), имеющих спортивные звания «Мастер спорта РФ» и «Кандидат в мастера спорта», а также группа спортсменов первого разряда (10 человек). Оценка индивидуальной устойчивости организма испытуемых к гипоксии определялась по динамике сатурации ( $SpO_2$ ) и величине гипоксического индекса, выявленных в ходе проведения гипоксического теста с использованием современного научно-технического оборудования. Выявлено, что устойчивость организма к острой гипоксии зависит от уровня спортивной подготовленности лыжников-гонщиков. С повышением квалификации спортсменов возрастает величина гипоксического индекса, отражающего гипоксическую устойчивость организма. В результате проведённого исследования выявлено три типа реакции организма лыжников-гонщиков на острую гипоксию: низкий, средний, высокий.

*Ключевые слова: гипоксия, сатурация ( $SpO_2$ ), лыжники-гонщики.*

В качестве одного из средств, оказывающего значительное физиологическое влияние на организм спортсменов, можно рассматривать тренировку в условиях гипоксии (недостаток кислорода). Гипоксическая тренировка позволяет полнее раскрывать функциональные резервы организма спортсменов [2, 4, 6], обеспечивает ускорение процессов адаптации к средствам тренировочного воздействия и повышает эффективность развития специальной физической подготовки спортсменов [1, 3, 5, 7].

К настоящему времени разработано несколько модификаций тренировок гипоксической направленности, обладающих различным тренирующим и оздоровительным эффектом. К сожалению, в подготовке лыжников-гонщиков высокой квалификации применение гипоксических тренировок ограничено (за исключением тренировки в горных условиях) ввиду отсутствия научной и практической разработанности методики по их использованию.

С учётом этого для выявления эффективных режимов компенсированной тканевой гипоксии, которые можно применять в тренировочной деятельности квалифицированных лыжников-гонщиков, необходимо проведение экспериментальных исследований, так как

механический перенос в тренировочные занятия по лыжному спорту теоретических положений и методических рекомендаций по использованию средств и методов гипоксической тренировки из других видов спорта не будет в полной мере способствовать рациональному управлению тренировочным процессом, что безусловно снижает эффективность подготовки спортсменов в лыжных гонках.

При разработке и обосновании эффективных режимов интервальной гипоксической тренировки (ИГТ) прежде всего необходим учёт показателей индивидуальной устойчивости организма лыжников-гонщиков высокой квалификации к гипоксии. Это объясняется тем, что среди многих факторов, определяющих успех спортивных результатов в лыжных гонках, уровень устойчивости организма к недостатку кислорода при выполнении напряжённой и интенсивной работы имеет первостепенное значение.

Отсутствие в доступной нам научной и учебной литературе по лыжному спорту, спортивной медицине и физиологии спорта данных, отражающих индивидуальную чувствительность лыжников-гонщиков к гипоксии, потребовало проведение исследований в этом направлении.

**Цель исследования.** Определить индивидуальную устойчивость организма лыжников-гонщиков высокой квалификации к острой гипоксии.

**Организация и методы исследования.** Исследование проводилось в начале подготовительного периода тренировки (первая декада мая). В нём приняли участие 20 лыжников-гонщиков высокой квалификации (мастера спорта – МС, кандидаты в мастера спорта – КМС) и спортсмены I спортивного разряда в возрасте 18–22 лет.

Оценка индивидуальной гипоксической устойчивости организма лыжников-гонщиков определялась по гипоксическому индексу (I-Нур).

Организация исследования предусматривала два этапа. Во время первого этапа испытуемые проходили обучение тестовой процедуре и выполняли несколько тренировочных задержек дыхания. В ходе второго этапа спортсмены выполняли гипоксический тест с масочной системой на аппарате-гипоксикаторе модели HIPOXICO Everest Summit II (США), предназначенном для получения гипоксических газовых смесей из окружающего воздуха методом мембранного разъединения находящихся в воздухе молекул кислорода и азота, снабжённого электронной системой программирования и проведения сеансов дыхания.

На протяжении всего теста определяли величину  $SpO_2$ . Спортсмен в расслабленном состоянии удобно располагался в кресле, на палец руки надевался датчик пульсоксиметра фирмы «Ангио – Скан – 01П» (Россия). На табло гипоксикатора выставлялась высота, соответствующая концентрации кислорода 10 % (6400 м над уровнем моря). Испытуемый дышал указанной гипоксической смесью через маску, плотно прилегающую к лицу. Регистрировалось в секундах время снижения  $SpO_2$  от исходного уровня (96–99 %) при вдыхании указанной газовой смеси до 80 %  $SpO_2$ . Отсчёт времени производился по секундомеру. Этот показатель свидетельствует о степени устойчивости организма к гипоксии и обозначается как  $T_c$  (время снижения).

При снижении  $SpO_2$  до 80 % испытуемый снимал маску и дышал атмосферным воздухом. С помощью секундомера определялось время восстановления  $SpO_2$  до 95 %. Этот показатель обозначается как  $T_b$  (время восстановления) в секундах. По полученным

данным вычисляется индекс гипоксии –  $I\text{-Нур} = T_c / T_b$ .

Обязательным условием допуска спортсменов к проведению пробы на индивидуальную переносимость организма к дефициту кислорода было прохождение ими комплексного медицинского обследования и отсутствие каких-либо противопоказаний для проведения пробы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При проведении гипоксического теста установлена неодинаковая реакция организма обследуемых на тестовую нагрузку, отмечены значительные индивидуальные вариации изменений уровня  $SpO_2$ . По результатам исследования наиболее высокие уровни индекса гипоксической устойчивости зарегистрированы у лыжников более высокой квалификации (МС). Разброс индивидуальных показателей I-Нур в данной группе составил от 2,9 до 4,0 усл. ед. Следует отметить, что у двух спортсменов этой группы снижение насыщения артериальной крови кислородом не опускалось ниже 85–87 %, что свидетельствует о высокой гипоксической устойчивости данных лиц.

Относительно высокая степень устойчивости к недостатку кислорода отмечена также у спортсменов, имеющих звание КМС. Индивидуальные показатели гипоксического индекса у испытуемых этой спортивной квалификации находятся в пределах 1,8–3,0 усл. ед. Индивидуальные различия в регистрируемых показателях: снижение  $SpO_2$  до 80 % соответствует коридору 78–128 с, а время восстановления  $SpO_2$  до 95 % – 37–48 с.

Исключение в данной группе (КМС) составил один спортсмен, у которого время снижения напряжения кислорода было большим ( $T_c$  – 115 с), а гипоксический индекс из-за длительного восстановления  $SpO_2$  до 95 % ( $T_b$  – 60 с) достаточно низким для спортсмена данной квалификации – 1,9 усл. ед. Возможно объяснение этого факта – выполнение гипоксического теста на фоне недовосстановления от предыдущей физической нагрузки.

Следует также отметить, что у одного испытуемого указанной спортивной квалификации уровень  $SpO_2$  не опускался ниже 88 %, что также свидетельствует о высокой индивидуальной устойчивости организма данного спортсмена к гипоксии.

Определённый интерес представляет сравнение показателей гипоксической устойчиво-

сти организма лыжников-гонщиков высокой квалификации (МС и КМС) и спортсменов, имеющих более низкий уровень спортивной подготовки (I разряд). С этой целью дополнительно было обследовано десять лыжников-гонщиков первого разряда по предложенной методике гипоксического тестирования.

Как показали результаты исследования, у всех лыжников-гонщиков более низкой квалификации (I разряд) показатели гипоксического индекса не превышают уровень 1,5 усл. ед. Это свидетельствует о более низкой способности организма испытуемых данной группы противостоять гипоксии при выполнении тестовой нагрузки. Установлено, что время снижения насыщения артериальной крови кислородом до 80 % у лыжников-перворазрядников соответствует коридору 39–54 с, а время восстановления SpO<sub>2</sub> до 95 % – 36–49 с.

Как показали результаты исследования, устойчивость лыжников-гонщиков к гипоксии связана с уровнем их спортивной подготовки. Выявлено, что с повышением квалификации возрастает потолок гипоксического индекса, отражающего гипоксическую устойчивость организма спортсменов. На наш взгляд, это можно объяснить тем, что лыжники-гонщики, имеющие более высокий уровень подготовки (МС и КМС) и, как правило, больший стаж занятий спортом, обладают более расширенным диапазоном физиологических адаптационных перестроек в организме, развивающихся в процессе спортивной тренировки, что позволяет им успешно преодолевать состояние гипоксии по сравнению со спортсменами, имеющими более низкий уровень функциональной и физической подготовки (спортсмены I разряда).

На основании полученных результатов исследования нами разработана шкала оценки устойчивости организма лыжников-гонщиков к гипоксии по показателям гипоксического индекса, данные которой учитывались при разработке эффективных режимов гипоксической тренировки в наших дальнейших исследованиях.

**Шкала оценки устойчивости организма лыжников-гонщиков различной квалификации к гипоксии по показателям гипоксического индекса (I-Нур, усл. ед.)**

Квалификация спортсменов		
I разряд	КМС	МС
0,8–1,5	1,8–3,0	2,9–4,0 и более

## Выводы

1. Реакцию организма лыжников-гонщиков на острую гипоксию можно условно разделить на три типа.

*Первый тип* (спортсмены I разряда). Характеризуется быстрым снижением насыщения артериальной крови кислородом до 80 % с последующим медленным восстановлением данного показателя до 95 %. Данный тип реакции соответствует низкой гипоксической устойчивости.

*Второй тип* (КМС). Отмечается более длительное снижение насыщения артериальной крови кислородом до 80 % с последующим относительно быстрым восстановлением SpO<sub>2</sub> до 95 %. Этот тип реакции характеризуется высоким уровнем гипоксической устойчивости.

*Третий тип* (МС). Длительное снижение насыщения артериальной крови кислородом до 80 % (более двух с половиной минут) с быстрым последующим восстановлением до 95 % в течение 34–48 с. Такой тип реакции соответствует максимально высокой степени устойчивости к гипоксии.

2. Выявленные в ходе выполнения тестовых гипоксических нагрузок вышеупомянутые реакции организма лыжников-гонщиков высоких разрядов по динамике SpO<sub>2</sub> могут быть использованы в качестве маркеров при выборе величины (режимов) тренировочных нагрузок гипоксической направленности, а также в целях контроля за процессами восстановления организма после выполнения предыдущих нагрузок физического и гипоксического воздействия.

## Литература

1. Афонякин, И.В. Применение интервальной гипоксической тренировки в предсоревновательном периоде подготовки пловцов-спринтеров / И.В. Афонякин // Сборник научных трудов молодых ученых и студентов РГАФК. – М., 2002. – С. 74–76.

2. Волков, Н.И. Интервальная гипоксическая тренировка – новый метод повышения работоспособности спортсменов / Н.И. Волков, У. Дардури, В.Я. Сметанин // Тенденции развития спорта высших достижений и стратегия подготовки высококвалифицированных спортсменов в 1997–2000 гг.: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – М., 1997. – С. 124–132.

3. Закусило, М.П. Эффективность интервальной гипоксической тренировки квалифицированных волейболисток / М.П. Закусило // *Интервальная гипоксическая тренировка, эффективность, механизмы действия.* – Киев, 1992. – С. 10–13.

4. Колчинская, А.З. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений / А.З. Колчинская // *Спортивная медицина.* – 2008. – № 1. – С. 9–24.

5. Применение эргогенических средств в подготовке спортсменов: моногр. / А.А. Шамардин, В.В. Чёмов, А.И. Шамардин, И.Н. Солопов. – Саратов: Науч. кн., 2008. – 209 с.

6. Сокунова, С.Ф. Применение интервальной гипоксической тренировки в сезонной подготовке бегунов на средние дистанции / С.Ф. Сокунова, Л.В. Коновалова, В.В. Вавилов // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.* – 2009. – № 5 (51). – С. 86–88.

7. Шпак, Т.В. Действие интервальной гипоксической тренировки на фоне спортивной тренировки гребцов / Т.В. Шпак, А.В. Баканьчев // *Интервальная гипоксическая тренировка, эффективность, механизмы действия.* – Киев: Наукова думка, 1992. – С. 34–37.

**Малеев Дмитрий Олегович**, доцент кафедры лыжного спорта, институт физической культуры, Тюменский государственный университет (г. Тюмень), massport@mail.ru.

*Поступила в редакцию 31 августа 2015 г.*

---

DOI: 10.14529/ozfk150403

## DEFINING A HIGHLY SKILLED SKI-RACER'S BODY INDIVIDUAL RESISTANCE TO ACUTE HYPOXIA

*D.O. Maleev, massport@mail.ru*

*Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation*

Aim: to determine a highly skilled ski-racer's body resistance to acute hypoxia. Two groups of highly skilled ski-racers (10 people in each) took part in the experiment. There were Masters and Candidate Masters of Sports in one group and the First Category Sportsmen in the other. An individual body resistance to hypoxia was determined through saturation dynamics and hypoxic index found during a hypoxic test with the help of modern scientific and technical instruments. It has been found that a body resistance to hypoxia depends on the level of a ski-racer's fitness. The higher the qualification of a ski-racer is the more the hypoxic index indicating the body resistance to hypoxia increases. The study has revealed three types of a ski-racer's body response to acute hypoxia. They are as follows: low, mid and high.

*Keywords: hypoxia, saturation (SpO<sub>2</sub>), ski-racers.*

### References

1. Afonyakin I.V. [Use of Interval Hypoxic Training in Precompetitive Training Period of Swimmers, Sprinters]. *Sbornik nauchnykh trudov molodykh uchenykh i studentov RGAFK* [Collection of Scientific Works of Young Scientists and Students RGAFK]. Moscow, 2002, pp. 74–76. (in Russ.)

2. Volkov N.I., Darduri U., Smetanin V.Ya. [Interval Hypoxic Training – A New Method of Increasing the Performance of Athletes]. *Tendentsii razvitiya sporta vysshikh dostizheniy i strategiya podgotovki vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov v 1997–2000 gg.: materialy Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Trends in High Performance Sport and the Strategy of Preparation of Highly Skilled Athletes in 1997–2000: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Moscow, 1997, pp. 124–132. (in Russ.)

3. Zakusilo M.P. [The Effectiveness of Interval Hypoxic Training of Skilled Volleyball Players]. *Interval'naya gipoksicheskaya trenirovka, effektivnost', mekhanizmy deystviya* [Interval Hypoxic Training, Effectiveness, Mechanisms of Action]. Kiev, 1992, pp. 10–13. (in Russ.)
4. Kolchinskaya A.Z. [Interval Hypoxic Training in the Sphere of Sports]. *Sportivnaya meditsina* [Sports Medicine], 2008, no. 1, pp. 9–24. (in Russ.)
5. Shamardin A.A., Chemov V.V., Shamardin A.I., Solopov I.N. *Primenenie ergogenicheskikh sredstv v podgotovke sportsmenov* [Application Ergogenicheskikh Funds in Training Athletes]. Saratov, Science Book Publ., 2008. 209 p.
6. Sokunova S.F., Konovalova L.V., Vavilov V.V. [Application of Interval Hypoxic Training in Preparation Seasonal Middle Distance Runners]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes University Lesgaft], 2009, no. 5 (51), pp. 86–88. (in Russ.)
7. Shpak T.V., Bakanychev A.V. [Action Interval Hypoxic Training on the Background of Sports Training Rowers]. *Interval'naya gipoksicheskaya trenirovka, effektivnost', mekhanizmy deystviya* [Interval Hypoxic Training, Effectiveness, Mechanisms of Action]. Kiev, 1992, pp. 34–37. (in Russ.)

*Received 31 August 2015*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Малеев, Д.О. Определение индивидуальной устойчивости организма лыжников-гонщиков высокой квалификации к острой гипоксии / Д.О. Малеев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 19–23. DOI: 10.14529/ozfk150403

#### FOR CITATION

Maleev D.O. Defining a Highly Skilled Ski-Racer's Body Individual Resistance to Acute Hypoxia. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education, Healthcare Service, Physical Education*, 2015, vol. 15, no. 4, pp. 19–23. (in Russ.) DOI: 10.14529/ozfk150403