

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

ПУПКОВСКАЯ О.А.\*, НИКОЛАЕВА А.Г.\*,  
ОЛАДЬКО А.А.\*, ДЕЙКАЛО В.В.\*\*

*Клиника Витебского государственного медицинского университета\*,  
футбольный клуб «Неман»\*\**

**Резюме.** Главным действующим фактором интервальной гипобарической тренировки является гипоксия. Гипоксия является одним из наиболее мощных факторов, модифицирующих метаболические процессы в организме. Пребывание в условиях гипоксии позволяет активизировать адаптационные и метаболические резервы организма.

У спортсменов, прошедших курс интервальной гипоксической тренировки, выявляются выраженные компенсаторные изменения внешнего дыхания: увеличение минутного объёма дыхания. Отмечено увеличение времени задержки дыхания, увеличение индекса  $PWC_{170}$  и максимального потребления кислорода. Таким образом, действие гипоксической тренировки проявляется в повышении физической работоспособности, более экономной деятельности сердца, увеличении резервов внешнего дыхания и улучшении самочувствия.

**Ключевые слова:** барокамерная гипоксия, адаптация, физическая работоспособность.

**Abstract.** The main active factor of interval hypobaric training is hypoxia. Hypoxia is one of the most powerful factors, which modifies metabolic processes in an organism. Stay in condition of hypoxia makes it possible to activate adoptive and metabolic reserves of the organism.

Sportsmen who have taken a course H.T. have acute form of compensatory modifications of external breathing: increase in minute value of breathing. It is taken note of increase in time of breathing delay, increase in index  $PWC_{170}$  and MPK. So, effect of hypobaric training shows itself by increase in mental and physical capacity for work, more economical functioning of the heart, increase in reserves of external breathing and improvement of general condition.

**Адрес для корреспонденции:** Республика Беларусь, 210041, г. Витебск, ул. Чкалова, д.27, к.1, кв.19, р. тел. (8 212) 370 559, д. тел. (8 212) 213 370. - Пупковская О.А.

В условиях жесткого антидопингового контроля, научно обоснованное применение лечебных физических факторов в тренировочном процессе, позволяет искать наиболее рациональный путь повышения физической работоспособности и качества тренировочного процесса, а также сохранения необходимого уровня спортивной формы. Нами накоплен опыт по применению интервальной гипоксической тренировки для повышения физической работоспособности спортсменов.

Физическая работоспособность является интегральным показателем функционального состояния и подготовленности спортсменов. Чаще всего контроль физической работоспособности осуществляется в основном по показателю внешней механической работы, что позволяет получить определенную количественную информацию. В то же время, оценка факторов, определяющих и лимитирующих работоспособность, дает качественную информацию, на основе которой возможно целенаправленно корректировать тренировочный процесс, наращивая функциональные возможности в слабых звеньях [1, 3, 7]. Эффективность тренировки спортсменов в условиях дефицита кислорода обусловлена тем, что общность физиологических механизмов, обеспечивающих как их резистентность к гипоксии, так и уровень работоспособности, делает такую тренировку экологически обоснованной, позволяет сформулировать индивидуальные предпосылки к ее построению и осуществить контроль над ее проведением. Сочетание гипоксии с различными физическими напряжениями способствует дифференцированному воздействию на функционально слабые звенья обеспечения работоспособности и предотвращению нарушений в состоянии организма спортсмена [7, 10].

Интервальная гипобарическая тренировка, проведенная на фоне традиционной спортивной тренировки, может повышать общую и специальную работоспособность спортсменов, улучшать функциональное состояние организма, что во многом определяет возможность повышения спортивных результатов [2, 3, 4, 8, 9]. Обнаружено ограниченное число работ, посвященных данному исследованию. В большинстве своем они рассматривают действие гипоксии на организм спортсмена при тренировке в горах. Преимущества гипобарической прерывистой тренировки в барокамере, по сравнению с адаптацией к непрерывной гипоксии в горах состоит в том, что адаптация в барокамере позволяет постепенно увеличивать интенсивность гипоксического воздействия и свести к минимуму выраженность аварийной стадии адаптации к гипоксии, которая обусловлена стрессом с расточительной тратой энергии и структурных ресурсов организма. Периодическая гипоксия позволяет точно определить или ограничить дозу гипоксического воздействия; адаптация к периодической гипоксии обеспечивается сравнительно кратковременным пребыванием в барокамере, что не дает возможности развиться "синдрому деадаптации". Курс баротерапии приводит к выраженным субъективным положительным эффектам: повышению психоэмоциональной устойчивости, улучшению сна и настроения. Это может быть связано с уравниванием процессов торможения и возбуждения в коре головного мозга, нарушенных при чрезмерных статокINETических воздействиях [1, 5, 6, 9].

Цель работы – выявить возможность применения интервальной гипоксической тренировки для повышения физической работоспособности спортсменов циклических видов спорта.

#### Методы

Проведено исследование 30 спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта. Спортсмены разделены на 2 группы. Опытную группу составили 20 спортсменов, которые тренировались в обычном режиме и проходили курс интервальной гипобарической гипоксии. Контрольная группа состояла из 10 спортсменов, которые только тренировались. Группы были сопоставимы по полу, возрасту, исходной стартовой подготовке.

Адаптацию к гипоксии осуществляли с помощью многоместной медицинской вакуумной установки «Урал - Антарес». Объем лечебного отсека -  $51\text{ м}^3$ , количество посадочных мест до 15 человек.

Схема курса интервальной гипобарической гипоксии включала «ступенчатые подъемы» на высоту 1500 метров над уровнем моря в первый день; 2000 метров – во второй, 2500 метров – в третий, 3000 метров – в четвертый и 3500 метров с пятого дня и все последующие сеансы. Спортсмены находились на высоте 3500 метров («плато») не менее 1 часа. «Подъем» осуществлялся со скоростью 3-5 метров в секунду, спуск 2-3 метра в секунду. Курс состоял из 20 сеансов.

Во время прохождения курса учитывалась динамика субъективных и объективных данных. До сеанса, при выходе на «плато» и после сеанса измерялось артериальное давление, пульс (Polar S 810) и  $\text{SpO}_2$  (Viridia M3).

До курса и после его окончания, а контрольной группе исходно и через 30 дней тренировок, всем спортсменам проводилась велоэргометрия с определением  $\text{PWC}_{170}$ , определение максимального потребления кислорода (МПК), спирография (спирометр многофункциональный автоматизированный «Mac»-1), проба Штанге.

Для статистической обработки использовался STATGRAPHICS Plus (Version 2.1). Для сравнения показателей в 2-х связанных выборках применяли одновыборочный критерий Wilcoxon (W), при анализе нескольких независимых выборок использовали метод множественных сравнений по Kruskal Wallis test (H). Данные представлялись в виде медианы и интерквартильного интервала. Для выявления связи между переменными провели многофакторный регрессионный анализ по Durbin-Watson. Различия считали достоверными при вероятности 95% ( $p < 0,05$ ). Значения  $p$  указывали с точностью до трех десятичных знаков, и только в случае, если  $p$  меньше 0,001, то в формате « $p < 0,001$ », т.е. в формате указания лишь интервала значений.

#### Результаты и обсуждение

В опытной группе частота сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление (АД) у спортсменов статистически значимо не изменялись в ходе сеанса гипобаротерапии. Механизмы адаптации к гипоксии у них уже в значительной степени сформированы и закреплены; а степень и последовательность их использования определяется лишь параметрами гипоксического воздействия. При прохождении курса ИГГ ЧСС и АД

существенных изменений не претерпевали, что косвенно говорит о физической подготовленности. К тому же, успешность интервальной гипоксической тренировки во многом определяется индивидуальными особенностями функционирования газотранспортных систем организма и, поэтому, гипобарическая терапия в большей степени показана устойчивым и среднеустойчивым к дефициту кислорода лицам и не показана неустойчивым к гипоксии.

В опытной группе зарегистрировано увеличение  $PWC_{170}$  с 1311 кгм/мин [1020 кгм/мин; 1512 кгм/мин] до ИГГ до 14,49 кгм/мин [12,78 кгм/мин; 16,00 кгм/мин] после ИГГ ( $p=0,006$ ). МПК также увеличилось с 44,75 мл/мин/кг [37,2 мл/мин/кг; 50,0 мл/мин/кг] до ИГГ до 54,0 мл/мин/кг [45,8 мл/мин/кг; 57,0 мл/мин/кг] после ИГГ ( $p=0,006$ ). Полученные результаты свидетельствуют о повышении физической работоспособности спортсменов (таблица 1).

Таблица 1

**Динамика показателей физической работоспособности спортсменов циклических видов спорта**

Группы	$PWC_{170}$ (кгм/мин)		МПК (мл/мин/кг)	
	исходные	через 30 дней	исходные	через 30 дней
опытная (n=20)	1311 [1020; 1512]	1449* [1278; 1600]	44,75 [37,2; 50,0]	54,0* [45,8; 57,0]
контрольная (n=10)	1225 [1020; 1500]	1275* [1100; 1500]	41,75 [39,0; 45,4]	41,8 [39,0; 45,7]

\* -  $p < 0,05$  по критерию Wilcoxon.

В контрольной группе исходные данные индекса  $PWC_{170}$  составляли 1225 кгм/мин [1020 кгм/мин; 1500 кгм/мин], через 30 дней индекс изменился до 1275 кгм/мин [1100 кгм/мин; 1500 кгм/мин] ( $p=0,031$ ). Исходный уровень МПК был 41,75 мл/мин/кг [39,0 мл/мин/кг; 45,4 мл/мин/кг] и через 30 дней составил 41,8 мл/мин/кг [39,0 мл/мин/кг; 45,7 мл/мин/кг] ( $p=0,059$ ). Таким образом, в контрольной группе статистически значимых изменений физиологических показателей в ходе спортивных тренировок за данный отрезок времени не произошло.

При сравнении исходного  $PWC_{170}$  и МПК у опытной и контрольной групп статистически значимых различий в показателях не выявлено. Полученные через 30 дней данные показывают статистически значимые отличия в уровне  $PWC_{170}$  ( $p=0,006$ ) и МПК ( $p=0,058$ ) у опытной и контрольной групп. Таким образом, у спортсменов, имеющих одинаковый исходный уровень физической подготовки, после прохождения курса ИГГ отмечено увеличение физической работоспособности.

В опытной группе на основании данных спирографии у спортсменов выявлены изменения показателей функции дыхания. Было отмечено увеличение индекса Тиффно с 85,0% [79,0%; 88,0%] до ИГГ до 95,0% [92,0%; 98,0%] после ИГГ (« $p < 0,001$ »,  $N=21,86$ ), также возросла жизненная ёмкость

лёгких (ЖЕЛ) с 5,65 л [4,57 л; 6,32 л] до ИГГ до 6,1 л [5,6 л; 6,9 л] после ИГГ (« $p < 0,001$ »,  $N=4,047$ ); увеличился дыхательный объём (ДО) с 1,04 л [0,56 л; 1,71 л] до ИГГ до 1,6 л [1,2 л; 2,72 л] после ИГГ (« $p < 0,001$ »,  $N=5,99$ ).

В группе контроля выявлены статистически значимые изменения индекса Тиффно между показателями исходными и через 30 дней ( $p=0,027$ ,  $W=79,5$ ). В показателях ЖЕЛ, ДО статистически значимых изменений не получено (таблица 2).

Таблица 2

**Показатели вентиляционной функции легких (n=30)**

Показатели	Опытная группа (n=20)	Контрольная группа (n=10)	$\frac{p}{N}$
индекс Тиффно	95,0% * [92,0%; 98,0%]	84,5% [81,0%; 86,0%]	<u>«<math>&lt; 0,001</math>»</u> 17,39
ЖЕЛ	6,1 л * [5,6 л; 6,9 л]	4,78 л [4,6 л; 6,35 л]	<u>0,018</u> 5,56
ДО	1,6 л * [1,2 л; 2,72 л]	1,03 л [0,72 л; 1,26 л]	<u>0,013</u> 6,166
проба Штанге	77,5с* [76,0 с; 90,0 с]	60,0 с [56,0 с; 70,0 с]	<u>0,002</u> 9,177

\*-  $p < 0,05$  по Kruskal Wallis test.

При сравнении исходных данных у опытной и контрольной групп индекса Тиффно, ЖЕЛ, ДО статистически значимых различий в показателях не выявлено. Через 30 дней показатели демонстрируют статистически значимые отличия в уровне индекса Тиффно (« $p < 0,001$ »,  $N=17,39$ ), ЖЕЛ ( $p=0,018$ ,  $N=5,56$ ), ДО ( $p=0,013$ ,  $N=6,166$ ).

Проба Штанге у спортсменов опытной группы составила 64,5 с [60,0 с; 68,0 с] до ИГГ и 77,5 с [76,0 с; 90,0 с] после ИГГ ( $p=0,005$ ,  $N=7,834$ ). У спортсменов контрольной группы статистически значимых отличий между исходными данными и показателями через 30 дней в пробе Штанге не выявлено ( $p=0,238$ ,  $W=66,0$ ). При сравнении опытной и контрольной групп по истечении 30 дней получены статистически значимые отличия пробы Штанге ( $p=0,002$ ,  $N=9,177$ ). Данные показатели исследования свидетельствуют об увеличении экономизации деятельности дыхательной системы.

Дополнительно проведен многофакторный регрессионный анализ, в результате которого выявлена статистически значимая связь между ЧСС и МПК ( $p=0,04$ ), что подтверждает зависимость МПК от компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Высокие спортивные достижения в циклических видах спорта неразрывно связаны с развитием общей выносливости – способности спортсменов длительное время выполнять любую мышечную работу, вовлекающую в действие большинство мышечных групп и опосредованно положительно влияющую на его спортивную специализацию. Общая

выносливость определяется аэробными возможностями организма, то есть способностью выполнять работу за счёт максимального потребления кислорода. Интервальная гипоксическая тренировка в сочетании со спортивной тренировкой повышает МПК и  $PWC_{170}$ , а, следовательно, увеличивает общую выносливость и способствует повышению и физической работоспособности спортсменов.

#### Заключение

1. Курс интервальной гипоксической тренировки в течение 20 дней не вызывает негативных изменений со стороны сердечно-сосудистой системы спортсменов.

2. Курс интервальной гипоксической тренировки приводит к экономизации функционирования дыхательной системы.

3. Курс ИГГ способствует повышению физической работоспособности спортсменов, что позволяет увеличивать уровень спортивного мастерства.

#### Литература

1 Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – С. 192.

2 Буртчер, М. Влияние интервальной гипоксической тренировки на реакцию кардиореспираторной системы при физической нагрузке / М. Буртчер, А. М. Цветкова, Е. Н. Ткачук // Нур. Med.J. – 1997. – С.13 - 14.

3 Коц, Я. М. Спортивная физиология / Я. М. Коц // Учебник для институтов физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 240.

4 Меерсон, Ф. З. Общий механизм адаптации и профилактики / Ф. З. Меерсон. – М.: Медицина, 1973. – С. 360 - 365.

5 Меерсон, Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. – М.: Медицина, 1981. – С. 278 - 280.

6 Меерсон, Ф. З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации / Ф. З. Меерсон. – М.: Медицина, 1993. – С. 331 - 335.

7 Нехвядович, А. И. Индивидуализация тренировки общей выносливости высококвалифицированных пловцов в годичном макроцикле: дис. ... канд. пед наук. / А. И. Нехвядович. – Мн., 1994. – С. 26.

8 Оладько, А. А. Гипобарическая гипоксия в тренировке и реабилитации спортсменов / А. А. Оладько, Е. А. Лосицкий, Г. М. Загородный // Методические рекомендации – Минск, 2007. – С. 3 - 14.

9 Петрович, Г. И. Оценка специальной физической подготовленности пловцов / Г. И. Петрович // Методические рекомендации. – Мн., 1990. – С. 54.

10 Платонов, В. Н. Гипоксическая тренировка в спорте / В. Н. Платонов, М. М. Булатова // Нур. Med. J. – 1994. – С. 17 – 23.