

УДК 796.015.5

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
РІЗНИХ РЕЖИМІВ ІНТЕРВАЛЬНОГО  
ГІПОКСИЧНОГО ТРЕНУВАННЯ  
ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ АЕРОБНИХ  
ТА АНАЕРОБНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ  
ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНІВ****Андрій ПЕНЧУК, Любомир ВОВКАНИЧ***Львівський державний університет фізичної культури,  
Львів, Україна*

**Анотація.** На сьогодні інтервальні гіпоксичні тренування використовуються у тренувальному процесі багатьох видів спорту, проте режими тренувань значно відрізняються між собою. Тому метою статті є обґрунтування методики визначення оптимального режиму інтервального гіпоксичного тренування для вдосконалення аеробних та анаеробних можливостей спортсменів. Здійснено огляд наукових джерел та аналіз показників режимів інтервального гіпоксичного тренування. Режими, спрямовані на розвиток аеробних можливостей, мають у 2,5 – 10 разів більшу тривалість циклів гіпоксії, на 53–67% менше циклів в одному тренуванні, на 36–53 % меншу загальну тривалість тренувань та на 23–36 % нижчий рівень гіпоксії порівняно з режимами, спрямованими на розвиток анаеробних можливостей. Сформовано основи для кількісного визначення ефективних режимів гіпоксичного тренування.

**Ключові слова:** спорт, гіпоксія, режими, працездатність, аеробні можливості, анаеробні можливості.

**Постановка проблеми.** Проблема впливу на організм спортсменів умов середньогір'я привернула увагу спеціалістів після визначення міста Мехіко, розташованого на висоті 2290 м над рівнем моря, столицею ігор XIX Олімпіади. Спершу інтереси дослідників обмежувалися лише проблемою акліматизації в умовах середньогір'я [2, 21]. Проте результати експериментальних досліджень, виконаних в умовах середньогір'я та в умовах штучної гіпоксії, засвідчили, що інтервальне гіпоксичне тренування (ІГТ) можна розглядати як засіб ефективної мобілізації функціональних резервів організму кваліфікованих спортсменів та стимуляції адаптаційних перебудов їхнього організму [2, 5, 16, 21, 24]. Використання методу ІГТ для підвищення працездатності у поєднанні з тренувальними навантаженнями дає можливість досягати високих результатів за короткі терміни підготовки. Порівняння штучного та природного гіпоксичного впливу свідчить, що тренування у гірських умовах має певні переваги та недоліки. До переваг належить значне підвищення аеробних та анаеробних можливостей організму, витривалості та рівня загальної працездатності спортсменів після переїзду з гір на рівнину. До недоліків, окрім організаційних і матеріальних ускладнень, слід зарахувати необхідність тривалого перебування в горах для завершення адаптації (термін якої часто перевищує тривалість звичайних тренувальних зборів), істотне зниження працездатності в перший тиждень перебування у горах, а для багатьох видів спорту також відсутність умов для спеціальної підготовки. Окрім того, перепади атмосферного тиску під час переїздів негативно впливають на стан центральної нервової і серцево-судинної систем [18, 20]. У зв'язку з цим зростає актуальність використання ІГТ у спорті та постає необхідність аналізу ефективності режимів штучного гіпоксичного тренування.

**Зв'язок роботи з науковими планами, темами.** Наукове дослідження виконано в рамках теми 2.25 Зведеного плану "Моніторинг процесу адаптації кваліфікованих спортсменів з урахуванням їх індивідуальних особливостей".

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Висока ефективність штучних гіпоксичних тренувань доведена багатьма авторами [1, 22–24, 27]. Водночас режими ІГТ, що використовуються у різних видах спорту, відрізняються за силою і тривалістю гіпоксичного впливу, а та-

кож за способами формування газової гіпоксичної суміші. Тому завдання дослідників зводиться до пошуку найоптимальнішого режиму гіпоксичного тренування у кожному з видів спорту [8, 16]. Проаналізувавши літературу, ми виділили основні режими ІГТ та порівняли їх ефективність, встановили суттєві відмінності ІГТ для поліпшення аеробних чи анаеробних можливостей спортсменів.

**Мета дослідження** – обґрунтувати методику визначення оптимального режиму інтервального гіпоксичного тренування для вдосконалення аеробних та анаеробних можливостей організму спортсменів.

**Методи дослідження.** Теоретичний аналіз та узагальнення літературних джерел. Методи математичної статистики (описова статистика, однофакторний дисперсійний аналіз).

**Результати дослідження та їх обговорення.** На основі аналізу відомостей наукової літератури [1, 15] встановлено, що гіпокситерапію (періодичне дихання газовою сумішшю із зниженим умістом кисню) поділяють на кілька груп. За способом створення гіпоксичних умов виділяють такі:

- гіпобаричну гіпоксію (за умов зниженого атмосферного тиску – в горах, барокамерах);
- нормобаричну гіпоксію (за умов нормального атмосферного тиску та зниження вмісту кисню у газовій суміші – гіпоксичні газові суміші, “зворотне дихання”).

За режимами гіпоксичного впливу виділяють такі:

- безперервну гіпоксію;
- перервну гіпоксію – загальна доза гіпоксичного впливу поділяється на декілька гіпоксичних експозицій, які здійснюються повторно через періоди нормобаричної респірації;
- інтервальну гіпоксію – багаторазове повторення сеансів перервної гіпоксії.

За силою гіпоксичного впливу (діапазон зниження кисню у газовій суміші, яка вдихається під час ІГТ) Н. І. Волков (2000 р.) виділяє такі три рівні:

- помірна (підгостра) гіпоксія (зниження вмісту  $O_2$  до 20–15 %);
- гостра гіпоксія (зниження вмісту  $O_2$  до 15–10 %);
- надгостра гіпоксія (зниження  $O_2$  до рівня нижчого за 10 %).

Під впливом гіпоксичних чинників виникає декілька варіантів гіпоксичних станів. Зокрема, А. С. Колчинська [17] розрізняє такі різновиди гіпоксичної гіпоксії: приховану (латентну), компенсовану, субкомпенсовану, декомпенсовану і термінальну гіпоксію. Перехід організму в той чи інший стан залежить від сили гіпоксичного впливу, його тривалості, а також від компенсаторних можливостей організму (визначаються статтю, віком, станом здоров'я, ступенем тренуваності організму та його індивідуальними особливостями).

До спрощених способів створення гіпоксичних умов належать (за Н. І. Волковим, 2000 р.) такі: затримка дихання, дихання у замкнутому просторі, дихання з додатковим мертвим простором [5]. Ці способи створення гіпоксичних умов застосовуються у практиці спортивних тренувань. Зокрема, при використанні вправ із затримкою дихання за методикою Ю.А. Андреева вдалося досягнути довготривалої адаптації до гіпоксії та достовірного приросту максимального споживання кисню (МСК) у біатлоні та лижному спорті [26].

Висока ефективність і різноманітність ефектів гіпоксичного тренування стимулювала розробку низки засобів (приладів) для проведення гіпоксичних сеансів – гіпоксаторів [19]. Гіпоксатори створюють газову суміш зі зменшеним умістом кисню та, в окремих випадках, збільшеним умістом вуглекислого газу (гіпоксично-гіперкапнічна газова суміш). За даними В.А. Лопати, Т.В. Серебровської [19] гіпоксатори класифікуються за трьома критеріями:

- способом подання газової гіпоксичної суміші (ГГС),
- способом формування ГГС,
- способом регулювання складу ГГС.

Ці автори розробили класифікацію гіпоксаторів за вказаними критеріями (рис 1.). Різноманітність засобів, які використовують для створення гіпоксичних впливів, створює передумови для широкого використання гіпоксії у практиці спорту.

Вплив ІГТ на організм спортсмена [4] визначають такими параметрами режиму гіпоксичного впливу:

- рівнем гіпоксії (вміст кисню у ГГС);
- загальною тривалістю гіпоксичної експозиції;
- тривалістю окремих сеансів гіпоксії;
- тривалість пауз нормоксії;
- кількість гіпоксичних циклів (упродовж дня чи іншого періоду).



Рис 1. Класифікація гіпоксаторів [19]

Гіпоксичне тренування може застосовуватися під час фізичних навантажень і перед або після них. Особливої популярності у спортивній практиці набув комбінований метод ІГТ, розроблений А.С. Колчинською [16, 17]. Основа комбінованого методу ІГТ полягає у поєднанні впливу на організм спортсменів гіпоксичної гіпоксії та гіпоксії навантаження. За відомостями А.С. Колчинської [17], гіпоксія навантаження виникає при м'язовій роботі будь-якої інтенсивності. Водночас крім інтервального гіпоксичного тренування в умовах спокою при комбінованому методі ІГТ організм спортсменів зазнає також впливу гіпоксії навантаження під час тренувальних навантажень у плановому тренувальному процесі [16].

Значна різноманітність режимів гіпоксичних тренувань, очевидно, пов'язана з великою різноманітністю засобів для створення гіпоксичних умов, застосуванням ІГТ у різних за тренованістю групах та у різні тренувальні періоди, використанням різної сили гіпоксичного стимулу (концентрації  $O_2$ ). Для пошуку основних закономірностей добору ефективних режимів ІГТ ми провели їх аналіз на основі доступних літературних джерел. Основні кількісні характеристики режимів ІГТ вказано у таблиці 1.

Встановлено, зокрема, що у плаванні для впливу на анаеробні можливості спортсменів ефективними є режими ІГТ № 1–2 (табл. 1). Комбінований вплив фізичних навантажень (переважно анаеробного характеру) з ІГТ у передзмагальному періоді [1] дає можливість за шість тижнів поліпшити спортивний результат на спринтерських дистанціях плавання на 2,2–8,1% [1]. За умови використання режимів ІГТ № 3–5 у групі спортсменів високої кваліфікації (І та КМС) середній час у тесті  $5 \times 100$  м поліпшився на 5,4 с [3, 14].

Застосування ІГТ у тренувальному процесі легкоатлетів-спринтерів (режим ІГТ № 6) сприяє поліпшенню швидкісно-силових якостей (на 0,90–3,87%), результатів бігу (100 метрів

– на 0,54%, 200 метрів – на 1,03%, 400 метрів – на 1,24%) та підвищенню обсягів фізичної працездатності (на 17,39%) зі скороченням періоду відновлення ЧСС (Я. С. Свищ, 2011 р.). Автори використовували режим ІГТ № 6 (табл. 1) упродовж 8-ми мікроциклів [23]. Вплив ІГТ на спеціальну працездатність бігунів на короткі дистанції досліджував також Н. І. Волков зі співавторами [4]. Вони використовували три різні програми ІГТ (режими № 7–9, табл. 1), на основі принципу доповнювальної дії – фізичні навантаження і гіпоксичний вплив мали спрямований характер. При тренуванні в анаеробному режимі застосовували режими № 7 чи 9 як найефективніші для розвитку аеробних можливостей, а за анаеробного або змішаного тренування застосовували режим № 8.

Таблиця 1

## Аналіз режимів інтервальних гіпоксичних тренувань

Режими інтервального гіпоксичного тренування		№ п/п	Гіпоксичний вплив (с)	Нормоксичний вплив (с)	Кількість гіпоксичних циклів у одному тренуванні (раз)	Відсоток зменшення вмісту O <sub>2</sub> в ГГС у порівнянні з атмосферним рівнем (%)	Загальна тривалість гіпоксичного тренування (од.)	Спосіб формування газової гіпоксичної суміші
Вид спорту								
Плавання [1, 14]		1	15	15	30	11	36	мембранний газорозподіл
		2	30	30	15			
		3	30	30	60	11	3 місяці	мембранний газорозподіл
		4	60	60	30			
		5	300	300	6	9		
Легка атлетика (біг)	Короткі дистанції [4, 23, 24]	6	180–300	180–300	3–8	7–9	48	дихання в напівзакритому контурі
		7	30	30	60	11	впродовж року	мембранний газорозподіл
		8	60	60	30			
	Середні дистанції [22]	9	300	300	6	9	12–14	адсорбція азоту на цеолітах під тиском
		10	300	300	6	11		
		11	300	300	6	5–8,3		
Шорт-трек [6]*		12	180	180	3–4	13–15	20	мембранний газорозподіл
		13	60	60	3–5	11–13		
		14	30	30	3–6	10–12		
Багатоборство [27]		15	300	300	9	10–13	20	–
Дзюдо [12,13]		16	300	300	12	15–18	14	масковий
			Одночасно з фізичним навантаженням				30	
Важка атлетика [10, 11]		17	1200	300	5	9,5	5	–
		18	300	180	2		8	
			Статичне фізичне навантаження					
Баскетбол [7]**		19	1200			11–17	14	дихання в напівзакритому контурі

Примітки: \* – кількість повторень в експозиції (ГК+НК) 3–6;

\*\* – під час одного тренування %O<sub>2</sub> змінювався декілька разів.

У змагальних мікроциклах застосовували також односпрямоване поєднання ІГТ і тренувальних навантажень. Спортивні результати отримані за використання як додаткового засобу ІГТ, на другому році експерименту перевершували досягнення за умови відсутності ІГТ. Зокрема у бігу на 30 і 60 м результат був кращим на 4%, бігу на 150 м – на 6%, у стрибках з місця в довжину – на 11%, у потрійних стрибках – на 15%, у десятиразовому стрибку – на 10%. [4, 24].

К.Д. Пупирева [22] досліджувала різні форми гіпоксичного тренування бігунів на середні дистанції (режими № 10–11, табл. 1). Після курсу ІГТ у режимі № 10 виявили підвищення

аеробних можливостей (жінок – на 13,3%, чоловіків – на 9,7%) та спеціальної працездатності (жінок – на 3,8%, чоловіків – на 4,3%) спортсменів. Одночасна дія ІГТ та фізичних навантажень за режиму № 11 (див. табл. 1) веде до збільшення МСК жінок на 16,2%, чоловіків – на 12,2%. Проте за такого режиму тренувань рівень спортивних результатів на 3-ю добу знижується в групі спортсменок на 2,5%, у групі спортсменів – на 2,1%. На 10-у добу після припинення таких тренувань спостерігається підвищення спортивного результату жінок на 1,6%, чоловіків – на 1,2%. Схожі ефекти спостерігаються при гірському гіпоксичному тренуванні. На 3-ю добу спостерігається не тільки зниження рівня МСК (на 17% у жінок і 3% у чоловіків), але й зниження спортивних результатів (спортсменок – на 3,8%, спортсменів – на 3,3%). На 10-ту добу виявлено достовірне збільшення рівня МСК та поліпшення спортивного результату на 5,7% у жінок і на 5,4% у чоловіків [22]. Це узгоджується з даними В. Н. Платонова [21], який стверджує, що кожній з форм штучного гіпоксичного тренування притаманні сильні та слабкі сторони, штучне гіпоксичне тренування не може замінити тренування в природних гірських умовах, а є доступним доповненням природної гірської підготовки спортсменів.

Ефективність ІГТ у різні тренувальні періоди (підготовчий, змагальний) спортсменів-ковзанярів високої кваліфікації (КМС) оцінювали з використанням трьох різних режимів тренувань (режими № 12–14, табл. 1). У літньому підготовчому періоді після проведення курсу комбінованих ІГТ спостерігається зменшення часу виконання тесту 3 x 500 м (у середньому на  $8,12 \pm 0,57$  с) та збільшення швидкості бігу на ковзанах на дистанції 20 м (на  $0,66 \pm 0,10$  м/с). У зимовому змагальному періоді поліпшення результатів тесту 3 x 500 м становило від  $3,1 \pm 0,2$  с до  $11,8 \pm 0,3$  с, а швидкість на дистанції 20 м зростала на  $0,24 \pm 0,06$  м/с. Отже, ІГТ можна застосовувати у різні періоди спортивної підготовки ковзанярів [6].

Курс ІГТ (режим № 15, 5 днів на тиждень, табл. 1) окремі автори [27] використовували під час тренувань спортсменів-багатоборців різної кваліфікації. Встановлено, що в експериментальній групі збільшилася кількість ретикулоцитів у крові, а час подолання дистанції 3 км зменшився на 1,7–2,3% (через 2 і 17 днів ІГТ).

Штучне гіпоксичне тренування спортсменів ациклічних видів спорту (дзюдо, баскетбол, карате) рекомендують проводити у два етапи [9]. Під час першого спортсмени чергують гіпоксичне (вміст  $O_2$  у ГГС – 15%) та нормоксичне дихання упродовж 90–120 хв щоденно. На другому етапі фізичні навантаження виконують в умовах гіпоксії (у масці, вміст  $O_2$  – 18%). Такий режим дозволяє отримати поліпшення низки показників у групах, які використовували у підготовці ІГТ за умови однакового режиму тренувань. Зокрема, величина МСК за умов використання ІГТ становила 42–46 мл/кг·хв (без ІГТ – 25–28 мл/кг·хв), ЧСС<sub>пано</sub> –  $166 \pm 8$  уд./хв (без ІГТ –  $155 \pm 8$  уд./хв). Час відновлення ЧСС від 180 до 120 уд./хв за умов використання ІГТ становив 30–50 с, без ІГТ – від 80 до 120 с. У дослідженнях Т. Б. Зоріної [13] доведено ефективність використання режиму № 16 ІГТ у дзюдо (табл. 1). Після таких тренувань у спортсменів (КМС, МС) підвищився рівень фізичної працездатності на 32,8%, спеціальна працездатність дзюдоїстів поліпшилася на 22%, змінився поріг анаеробного обміну [12, 13].

У важкій атлетиці ІГТ застосовували у два етапи. Після використання ІГТ згідно з режимом № 17–18 (табл. 2) на 2-му етапі гіпоксичний вплив поєднували зі статичним навантаженням (натискання на педалі ергометра) [10]. Встановлено, що зі збільшенням кількості сеансів ІГТ відбувалося поступове зниження під час навантаження показників хвилинного об'єму дихання (на 30%), частота дихання (на 16%), споживання кисню (на 31%). На момент завершення курсу ІГТ у групі ЧСС знизилася на 16%, ХОК – на 20%, а гемоглобін збільшився з 159 до 169 г/л. Такі зміни відображають поліпшення функціонування всіх ланок системи транспортування кисню [10, 11].

При режимі № 19 (табл. 1) у баскетболістів спостерігається достовірне збільшення показників ЖЄЛ на 5,8%, МСК – на 6%, часу затримки дихання на вдиху – на 18% та на видиху – на 21%. При оцінюванні спеціальної працездатності спостерігається поліпшення результату стрибка у висоту на 4 см, у довжину з розбігу – на 2 см. Кількість попадань з штрафної лінії збільшилася на 6%. Отже ІГТ у баскетболі сприяє поліпшенню загальної та спеціальної працездатності [7].

Для вибору режиму ІГТ і тривалості гіпоксичного впливу необхідно визначити умови, за яких вплив ІГТ на різні показники організму буде ефективним. Для цього ми проаналізували ефективність впливу різних режимів ІГТ на анаеробні (стрибкові вправи, результат на спринтерських дистанціях тощо) й аеробні (максимальне споживання кисню, тест Купера, показники фізичної працездатності та результат стаєрського бігу тощо) можливості організму. До першої групи увійшли режими № 1–9, 12, 13, 14, до другої – режими № 6, 10–18. Для характеристики режимів гіпоксичних тренувань використовували такі показники ІГТ (табл. 2): кількісні значення тривалості гіпоксичного (ГК, с) та нормоксичного (НК, с) впливу в одному сеансі, рівень гіпоксії (відсоток зменшення вмісту  $O_2$  в ГГС порівняно з атмосферним рівнем, %), кількість циклів (ЦК, кількість повторень ГК та НК) в одному тренуванні, тривалість гіпоксичного впливу (ТГВ, загальна кількість сеансів ІГТ), відсоток поліпшення результату (ВП, %), силу гіпоксичного впливу (СВ, од.) та коефіцієнт ефективності (КЕ, од.). Силу гіпоксичного впливу визначали за формулою 1:

$$СВ = Гк \cdot РГ \cdot ЦК \cdot ТГВ / НК / 1000 \quad (1),$$

де 1000 – коефіцієнт, інші умовні позначення наведено у тексті вище.

Коефіцієнт ефективності розраховували за формулою 2:

$$КЕ = ВП / СВ \quad (2).$$

Таблиця 2

**Показники впливу різних режимів ІГТ на анаеробні (n = 8)  
й аеробні (n = 11) можливості організму**

Режими інтервального гіпоксичного тренування	Гіпоксичний вплив (с)	Нормоксичний вплив (с)	Кількість гіпоксичних циклів у одному тренуванні (раз)	Відсоток зменшення вмісту $O_2$ в ГГС у порів'язанні з атмосферним рівнем (%)	Загальна тривалість гіпоксичного тренування (од.)	Відсоток поліпшення результату (%)	Сила гіпоксичного впливу (од.)	Коефіцієнт ефективності (од.)
Показники								
Анаеробні можливості	30 – 120	30 – 120	13 – 38	9 – 11	30 – 39	5,05 – 8,13	3,66 – 13,86	0,50 – 2,06
Аеробні можливості	240 – 300	180 – 300	6 – 14	6 – 9	14 – 25	7,55 – 15,9	0,77 – 1,97	5,83 – 21,59
F	7,45	6,38	7,08	6,74	4,66	3,33	7,13	4,63
p	0,014	0,022	0,016	0,019	0,045	0,085	0,016	0,046

Примітки: у таблиці вказано інтерквартильний розмах у вигляді 25 та 75 перцентилів;

F – коефіцієнт Фішера ( $F_{кр} = 4,45$ ).

Порівняння отриманих результатів (див. табл. 2) вказує на наявність достовірної різниці між показниками гіпоксичних тренувань, спрямованих на вдосконалення аеробних і анаеробних можливостей організму спортсменів. За ІГТ, спрямованого на розвиток аеробних можливостей, застосовують у 2,5 – 10 разів вищі значення ГК та НК, на 53–67% меншу кількість ЦК. Також для аеробних тренувань достатнім виявився на 36–23 % нижчий рівень РГ та на 53–36 % менша ТГВ. Для отримання позитивних змін аеробних можливостей достатня сила впливу на 86–79 % нижча, ніж за умови збільшення анаеробних показників. При цьому коефіцієнт ефективності для тренування аеробних можливостей був вищим у 6–10 разів. Ці результати підтверджують вищу ефективність ІГТ для збільшення аеробних можливостей організму.

Отримані формули дозволяють кількісно визначити параметри ІГТ, необхідні для поліпшення окремих показників систем енергозабезпечення організму спортсменів. Оскільки показник РГ визначається характеристиками обладнання для гіпоксичного впливу, ТГВ – бажаною тривалістю циклу тренувального процесу, то за необхідності вплинути на аеробні чи анаеробні можливості згідно з формулою № 1 та таблиці 2 можна визначити тривалість ГК та

НК. При розрахунку СВ та КЕ за формулами №1 – 2 слід підбирати всі показники в межах, які наведені у таблиці №2 для розвитку бажаних можливостей організму спортсменів. Таким чином, виконанні дослідження дозволили сформувати основи для кількісного визначення ефективних ІГТ у різних видах спорту. Встановлено також закономірності, що дозволяють кількісно визначити ефективні режими гіпоксичного тренування.

#### **Висновки:**

1. Інтервальне гіпоксичне тренування є ефективним додатковим засобом підвищення фізичної працездатності спортсменів. За допомогою інтервального гіпоксичного тренування можна удосконалювати аеробні й анаеробні можливості спортсменів.

2. З'ясовано, що режими гіпоксичних тренувань для удосконалення аеробних та анаеробних якостей мають низку суттєвих відмінностей. Зокрема, за інтервального гіпоксичного тренування, спрямованого на розвиток аеробних можливостей, тривалість циклів гіпоксії та нормоксії у 2,5–10 разів вища, водночас кількість циклів в одному тренуванні на 53 – 67% менша. Для аеробних тренувань достатній на 23–36 % нижчий рівень гіпоксії та на 36–53 % менша загальна тривалість гіпоксичного тренування порівняно з режимом, спрямованими на розвиток анаеробних можливостей.

3. На основі аналізу параметрів гіпоксичного впливу виведено формули розрахунку сили впливу та коефіцієнту ефективності інтервального гіпоксичного тренування. Вони дозволяють кількісно визначити ефективні режими інтервального гіпоксичного тренування.

**Перспективи подальших досліджень.** На основі проаналізованих відомостей планується дослідження впливу ІГТ на спеціальну працездатність та спортивний результат у спортивному орієнтуванні.

#### **Список літератури**

1. *Афонякин И. В.* Применение интервальной гипоксической тренировки для повышения аэробной работоспособности пловцов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Афонякин Илья Владимирович. – М., 2003. – 211 с.
2. *Булатова. М. М.* Среднегорье, высокогорье и искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов / М. М. Булатова, В. Н. Платонов // Спортивная медицина. – 2008. – № 1. – С. 95–119.
3. *Булгакова Н.* Импульсная гипоксия и интервальная тренировка / Н. Булгакова, Н. Волков, В. Смирнов // Наука в олимпийском спорте. – 2002. – № 3/4. – С. 65–70.
4. *Волков Н. И.* Потенцирование тренировочного эффекта нагрузок при использовании в качестве дополнительного средства прерывистых гипоксических воздействий / Н. И. Волков, С. Л. Сологуб, В. А. Трефилов // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. – М., 1998. – Т. 2. – С. 147–152.
5. *Волков Н. И.* Прерывистая гипоксия – новый метод тренировки, реабилитации и терапии / Н. И. Волков // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 7. – С. 20–23.
6. *Волков Н. И.* Эффективность интервальной гипоксической тренировки при подготовке конькобежцев высокой квалификации / Н. И. Волков, Б. А. Стенин, С. Ф. Сокунова // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 3. – С. 8 – 13.
7. Гиперкапнически-гипоксические тренировки на дыхательном тренажере "Карбоник" как средство повышения общей и специальной работоспособности у баскетболистов / В. Ф. Чудимов, Д. В. Поддубный, А. Г. Беспалов [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 11(95). – С. 22–26.
8. Гипоксически-гипероксические тренировки в спорте: восстановление работоспособности и аэробной выносливости / О. С. Глазачев [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2010. – № 6. – С. 35–40.
9. *Головихин Е. В.* Применение методов интервальной гиперкапнической гипоксической тренировки в ациклических видах спорта / Е. В. Головихин, Е. Ф. Мясникова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2009. – № 2(48). – С. 59 –63.

10. Горанчук В. В. Гипокситерапия / В. В. Горанчук, Н. И. Сапова, А. О. Иванов. – СПб. : ЭЛБИ, 2003. – 536 с.
11. Горанчук В. В. Опыт применения гипоксической тренировки для повышения спортивных результатов штангистов / В. В. Горанчук, Н. И. Сапова, А. О. Иванов // Гипоксия медикал. – 1996. – № 2. – С. 81.
12. Зорина Т. Б. Интервальная гипоксическая гиперкапническая тренировка дзюдоистов / Зорина Т. Б. // Известия Уральского государственного университета. – 2009. – № 3(67). – С. 191 – 194.
13. Зорина Т. Б. Повышение работоспособности дзюдоистов на основе применения интервальной гипоксической гиперкапнической тренировки в соревновательном периоде подготовки / Т. Б. Зорина // Омский научный вестник. – 2009. – № 78. – С. – 163–165.
14. Интервальная гипоксическая тренировка в подготовке пловцов высокой квалификации / Н. Ж. Булгакова, Н. И. Волков, Н. В. Ковалев, В. В. Смирнов // Физиология мышечной деятельности : Тез. докл. Междунар. конф. – М., 2000. – С. 33 – 36.
15. Интервальная гипоксическая тренировка, ее эффективность, механизмы действия // Гипоксия медикал. – 1993. – № 3. – С. 1.
16. Колчинская А. З. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений / А. З. Колчинская // Спортивная медицина. – 2008. – № 1. – С. 9–24.
17. Колчинская А. З. Биологические механизмы повышения аэробной и анаэробной производительности спортсменов / А. З. Колчинская // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 3. – С. 2–7.
18. Левашов М. І. Інтегральне нормобаричне гіпоксичне тренування як метод реабілітації спортсменів високої кваліфікації / М. І. Левашов // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту : зб. наук. пр. – 2004. – № 3. – С. 109–115.
19. Лопата В. Л. Гипоксикаторы: обзор принципов действия и конструкций / В. А. Лопата, Т. В. Серебровская // Буковинський медичний вісник. – 2011. – № 3 (59). – С. 215–226.
20. Нудельман Л. М. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте / Л. М. Нудельман // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 3. – С. 37–39.
21. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : учеб. тренера высш. квалификации / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
22. Пупырева Е. Д. Влияние экспериментальной и природной гипоксии на функциональные резервы организма и физическую работоспособность спортсменов : автореф. дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.03.01 "Физиология" / Пупырева Екатерина Дмитриевна ; Ульянов. гос. ун-т. – Ульяновск, 2011. – 25 с.
23. Свищ Я. С. Розвиток швидкісно-силових якостей легкоатлетів-спринтерів із застосуванням штучної гіпоксії : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : [спец.] 24.00.01 „Олімпійський та професійний спорт” / Свищ Ярослав Степанович ; Львів. держ. ун-т фіз. культури. – Л., 2011. – 22 с.
24. Сибіль М. Г. Стан енергозабезпечуючих систем легкоатлетів-спринтерів в умовах штучної гіпоксії / М. Г. Сибіль, Я. С. Свищ // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. моногр. / за ред. С. С. Єрмакова. – Х. : ХДАДМ, 2009. – № 7. – С. 178 – 183.
25. Сологуб С. Л. Эффективность специализированной тренировки квалифицированных спринтеров в условиях искусственно вызванной гипоксии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : [спец.] 13.00.04 "Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровительной физической культуры" / Сологуб Светлана Львовна ; Рос. гос. акад. физ. культуры. – М., 1998. – 28 с.
26. Шишкина А. В. Использование дыхательных упражнений в спортивной подготовке квалифицированных лыжников-гонщиков и биатлонистов / А. В. Шишкина, М. А. Дерябина // Вестник ТГУ. – 2008. – №11(67). – С. 117 – 120.



27. Hamlin M. Effect of intermittent normobaric hypoxic exposure at rest on haematological, physiological, and performance parameters in multi-sport athletes / M. Hamlin, J. Hellemans // Journal Sports Sciences. – 2007 . – Vol. 25(4). – P. 431 – 441.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ИНТЕРВАЛЬНОЙ  
ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ  
ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АЭРОБНЫХ  
И АНАЭРОБНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ**

**Андрей ПЕНЧУК, Любомир ВОВКАНЫЧ**

*Львовский государственный университет  
физической культуры, Львов, Украина*

**Аннотация.** Интервальные гипоксические тренировки используются в тренировочном процессе многих видов спорта, однако режимы тренировок значительно отличаются. Поэтому целью статьи является обоснование методики определения оптимального режима интервальной гипоксической тренировки для совершенствования аэробных и анаэробных возможностей спортсменов. Осуществлен обзор научных источников и анализ показателей режимов интервальной гипоксической тренировки. Режимы, направленные на развитие аэробных возможностей имеют в 2,5–10 раз большую длительность циклов гипоксии, на 53–67% меньше циклов в одной тренировке, на 36–53% меньше общей продолжительности тренировок и на 23–36% ниже уровень гипоксии сравнению с режимами, направленными на развитие анаэробных возможностей. Сформированы основы для количественного определения эффективных режимов гипоксической тренировки.

**Ключевые слова:** спорт, гипоксия, режимы, работоспособность, аэробные возможности, анаэробные возможности.

**DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS  
OF DIFFERENT MODES  
OF INTERVAL HYPOXIC TRAINING  
FOR IMPROVING AEROBIC  
AND ANAEROBIC CAPACITY OF ATHLETES**

**Andriy PENCHUK, Lyubomyr VOVKANYCH**

*Lviv State University of Physical Culture, Lviv, Ukraine*

**Abstract.** Nowadays the interval hypoxic training is used in the training process of many sports, though the hypoxic training modes considerably vary. The purpose of the article is rationalization of the approaches for determination the optimal modes of interval hypoxic training to improve aerobic and anaerobic capacity of athletes. The review of literary sources and indices of interval hypoxic training has been performed. It is found that modes directed to development of aerobic capacity compared with modes aimed at the development of anaerobic capacity, has 2.5–10 times longer cycles of hypoxia, 53–67% less number of cycles in one workout, 36–53% shorten total duration of training and by 23–36% less level of hypoxia. The basis for the quantitative determination of effective modes of hypoxic training is formed.

**Key words:** sports, hypoxia, modes, performance, aerobic capacity, anaerobic capabilities.

## References

1. *Afonjakin I.V.* Primenenie interval'noj gipoksicheskoj trenirovki dlja povshenija aerobnoj rabotosposobnosti plovcov [The use of intermittent hypoxic training to improve aerobic operability of swimmers] : dis. ... kand. z ped. nauk : 13.00.04. – M., 2003. – 211c. (Rus.)
2. *Bulatova M.M., Platonov V.N.* Srednegor'e, vysokogor'e i iskusstvennaja gipoksija v sisteme podgotovki sportsmenov [Middle mountains and high altitude hypoxia in an artificial system of training athletes] // Sportivnaja medicina [Sports Medicine]. – 2008. – №1. – S. 95 – 119. (Rus.)
3. *Bulgakova N., Volkov N., Smirnov V.* Impul'snaja gipoksija i interval'naja trenirovka [Hypoxia of impulse and interval training] // Nauka v olimpijskom sporte [Science in Olympic sports]. – № 3–4, 2002 S. 65 – 70. (Rus.)
4. *Volkov N.I., Sologub S.L., Trefilov V.A.* Potencirovanie trenirovochnogo jeffekta nagruzok pri ispol'zovanii v kachestve dopolnitelnogo sredstva preryvistyh gipoksicheskikh vozdeystvij [The potentiation of the training effect of stress when used as an additional means of intermittent hypoxia] // Jubilejnyj sbornik trudov uchenyh RGAFK, posvjashennyj 80-letiju akademii [Anniversary collection of written by scientific RGAFK dedicated to the 80th anniversary of the Academy]. – M., 1998. – T. 2. – S. 147–152. (Rus.)
5. *Volkov N.I.* Preryvistaja gipoksija – novyj metod trenirovki, rehabilitacii i terapii [Intermittent hypoxia – a new method of training, rehabilitation and therapy] // Teorija i praktika fiz. kultury [Theory and Practice of Physical Culture]. – 2000. – № 7. – S. 20–23. (Rus.)
6. *Volkov N.I., Stenin B.A., Sokunova S.F.* Jeffektivnost' interval'noj gipoksicheskoj trenirovki pri podgotovke kon'kobezhcev vysokoj kvalifikacii [The effectiveness of intermittent hypoxic training in the preparation of highly skilled skaters] // Teorija i praktika fiz. kultury [Theory and Practice of Physical Culture]. – 1998. – № 3. – S. 8 – 13. (Rus.)
7. *Chudimov V.F., Poddubnyj D.V., Bespalov A.G. [ta in.]* Giperkapnicheski-gipoksicheskie trenirovki na dyhatel'nom trenazhere "Karbonik" kak sredstvo povyshenija obshhej i special'noj rabotosposobnosti u basketbolistov [Hypercapnic-hypoxic training on respiratory simulator "Carbonick" as a means of increasing general and special performance in basketball] // Lechebnaja fizkultura i sportivnaja medicina [Physiotherapy and sports medicine]. – 2011. – №11(95). – C. 22–26. (Rus.)
8. *Glazachev O.S. [i dr.]* Gipoksicheski-giperoksicheskie trenirovki v sporte: vosstanovlenie rabotosposobnosti i ajerobnoj vynoslivosti [Hyperoxic and hypoxic training in sports: the restoration of working capacity and aerobic endurance] // Vestnik sportivnoj nauki [Bulletin of Sport Science]. – M. : Sov. sport. – 2010. – № 6. – S. 35–40 (Rus.)
9. *Golovihin E.V., Mjasntkova E.F.* Primenenie metodov interval'noj giperkognicheskoy gipoksicheskoj trenirovki v auklicheskih vidah sporta [Application of the methods of interval hypoxic training in giperkognicheskoy acyclic sports] // Uchenye zapiski uniaersiteta imeni P.F. Lesgafta [Scientific notes of the University of Lesgaft]. – 2009. – № 2(48). – S. 59 –63. (Rus.)
10. *Goranchuk V.V., Sapova N.I., Ivanov A.O.* Gipoksiterapija [Hypoxytherapy]. – SPb. : JeLBI, 2003. – 536 s. (Rus.)
11. *Goranchuk V.V., Sapova N.I., Ivanov A.O.* Opyt primeneniya gipoksicheskoj trenirovki dlja povyshenija sportivnyh rezul'tatov shtangistov [Experience of using hypoxic training to enhance athletic performance weightlifters] // Gipoksija medikal [Hypoxia Medical]. – 1996. – № 2. – S. 81. (Rus.)
12. *Zorina T.B.* Interval'naja gipoksicheskaja giperkapnicheskaja trenirovka dzjudoistov [Interval hypoxic hypercapnic training of judo] // Izvestija Ural'skogo gosudarstvenogo universiteta [Proceedings of the Ural State University]. – 2009. – №3(67). – S. 191–194. (Rus.)
13. *Zorina T.B.* Povyshenie rabotosposobnosti dzjudoistov na osnove primeneniya interval'noj gipoksicheskoj giperkapnicheskoy trenirovki v sorevnovatel'nom periode [Improving efficiency through the use of judo interval hypoxic hypercapnic training in the competitive period of preparation] // Omskij nauchnyj vestnik [Omsk Scientific Bulletin]. – 2009. – № 78. – S. – 163–165. (Rus.)
14. *Bulgakova N.Zh., Volkov N.I., Kovalev N.V., Smirnov V.V.* Interval'naja gipoksicheskaja trenirovka v podgotovke plovcov vysokoj kvalifikacii [Interval hypoxic training in the preparation of swimmers high qualifications] // Fiziologija myshečnoj dejatel'nosti [Physiology of muscle activity] : tez. dokl. Mezhdunar. konf. – M., 2000. – S. 33 – 36. (Rus.)

15. Interval'naja gipoksicheskaja trenirovka, ee jeffektivnost', mehanizmy dejstvija [Interval hypoxic training and effectiveness, mechanisms of action] // Gipoksija medikal [Hypoxia Medical]. – 1993. – № 3. – S. 1. (Rus.)
16. Kolchinskaja A.Z. Interval'naja gipoksicheskaja trenirovka v sporte vysshih dostizhenij [Interval hypoxic training in elite sport] // Sportivnaja medicina [Sports medicine]. – 2008. – № 1. – S. 9–24. (Rus.)
17. Kolchinskaja A.Z. Biologicheskie mehanizmy povyshenija ajerobnoj i anajerobnoj proizvoditel'nosti sportsmenov [Biological mechanisms to improve aerobic and anaerobic performance of athletes] // Teorija i praktika fizicheskoy kul'tury [Theory and Practice of Physical Culture]. – 1998. – №3. – S. 2–7. (Rus.)
18. Levashov M.I. Integral'ne normobarichne gipoksichne trenuvannja jak metod rehabilitacii sportsmeniv visokoї kvalifikacii [Integral normobaric hypoxic training as a method of rehabilitation sportsmen of high qualification] // Aktual'ni problemi fiz kul'turi i sportu [Actual Problems of Physical Culture and Sports]. – 2004. – №3. – S.109–115. (Ukr.)
19. Lopata V.L., Serebrovskaja T.V. Gipoksikatory: obzor principov dejstvija i konstrukcij [Gipoksikatory: a review of the operating principles and structures] // Bukovins'kij medicnij visnik [Bukovina Medical Journal]. – № 3 (59). – 2011. – S. 215–226. (Rus.)
20. Nudel'man L.M. Interval'naja gipoksicheskaja trenirovka v sporte [Interval hypoxic training in the sport] // Teorija i praktika fizicheskoy kul'tury [Theory and Practice of Physical Culture]. – 2006. – №3. – S. 37–39. (Rus.)
21. Platonov V.N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte. Obshhaja teorija i ee prakticheskie prilozhenija : ucheb. trenera vyssh kvalifikacii [The system of training athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications]. – K. : Olimpijskaja literatura, 2004. – 808 s. (Rus.)
22. Pupyreva E.D. Vlijanie jeksperimental'noj i prirodnoj gipoksii na funkcional'nye rezervy organizma i fizicheskiju rabotosposobnost' sportsmenov [The influence of experimental and natural hypoxia on the functional reserves of the body and the physical performance of athletes] : avtoref. dis. ... kand. z biolog. nauk : spec. 03.03.01 "Fiziologija"; Ul'jan. gos. un-t. – U., 2011. – 25 s. (Rus.)
23. Svyshch Ya.S. Rozvytok shvydkisno-sylovykh yakostey lekhoatletiv-sprynteriv iz zastosuvannyam shtuchnoyi hipoksiyi [The development of power-speed lekhoatletiv, sprinters using artificial hypoxia] : avtoref. dys. ... d-ra nauk z fiz. vykhovannya i sportu : spets. 24.00.01 „Olimpijs'kyy ta profesijnyy sport“; L'viv. derzh. un-t fiz. kul'tury. – L., 2011. – 22 s. (Ukr.)
24. Sybil' M.H., Svyshch Ya.S. Stan enerhozabezpechuyuchykh system lekhoatletiv-sprynteriv v umovakh shtuchnoyi hipoksiyi [Status of Electric Utility athletes, sprinters in artificial hypoxia] // Pedagogika, psykholohiya ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannya i sportu [Pedagogy, psychology and medical-biological problems of physical education and sport] : nauk. monohr. / za red. S. S. Yermakova. – Kh. : KhDADM, 2009. – No 7. – S. 178 – 183. (Ukr.)
25. Sologub S.L. Jeffektivnost' specializirovannoj trenirovki kvalificirovannyh sprinterov v uslovijah iskusstvenno vyzvannoj gipoksii [The effectiveness of the specialized training of qualified sprinters in artificially induced hypoxia] : avtoref. dis. . kand. ped. nauk: spec. 13.00.04 "Teorija i metodika fizicheskogo vospitanija, sportivnoj trenirovki i ozdorovitel'noj fizicheskoy kul'tury"; Ros. gos. akad. fiz. kul'tury. – M., 1998. – 28 s. (Rus.)
26. Shishkina A.V., Derjabina M.A. Ispol'zovanie dyhatel'nih uprazhnenij v sportivnoj podgotovke kvalificirovannyh lyzhnikov-gonshhikov i biatlonistov [Use of breathing exercises in sports training skilled skiers and biathletes] // Vestnik TGU [Bulletin of the TSU]. – 2008. – №11(67). – S. 117 – 120. (Rus.)
27. Hamlin M., Hellemans J. Effect of intermittent normobaric hypoxic exposure at rest on haematological, physiological, and performance parameters in multi-sport athletes // Journal Sports Sciences. – 2007. – Vol. 25(4). – P. 431 – 441.