

УДК 796.011.3:6/2

Фудін М.А., Хассай Д.В., Рибницький А.В.,  
Трачов В.М.

## ФІЗІОЛОГІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ДОВІЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ПОДИХУ У СПОРТСМЕНІВ

**Постановка проблеми.** Повсякденна трудова діяльність людини й спортивна практика, а також дані патологічних спостережень переконують у тому, що як різноманітна м'язова робота, так і різні патологічні стани вимагають раціональних режимів подиху. У цьому зв'язку виникла необхідність нагромадження й всебічного вивчення експериментальних даних з довільної регуляції подиху в людини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У дослідженнях про механізми регуляції подиху, виконаних за останній час, використовується комплексний підхід до рішення завдань, пов'язаних із взаємодією вентиляторних і газообмінних функцій з урахуванням основних характеристик метаболічних процесів. Найбільш успішним у цьому плані роботи, виконані М.Е.Маршаком [5], И.С. Бреславом і В.Д.Глебовським [2]. Їхнє узагальнене трактування матеріалів дослідження являє собою одну з перших спроб всебічного охоплення проблеми регуляції подиху в цілому. Не викликає сумніву і той факт, що в клінічній практиці у період відновлення найбільше значення має гіповентиляційна корекція дихальних рухів при наявності надлишкової малоефективної вентиляції легенів [4, с. 11].

До теперішнього часу опубліковане незначне число робіт, що стосується сполучення ритміки подиху з ритмом довільних рухів у здорової дорослої людини [3, с. 6]. Однак досліджень, що встановлюють можливість довільного створення в людини нового, довгостроково утримуваного, або, у всякому разі, легко поновлюваного стереотипу ритміки дихальної імпульсації у сполученні з виконанням фізичних вправ, у доступній вітчизняній і закордонній літературі, на наш погляд, недостатньо.

**Формулювання цілей статті.** Метою роботи є розробити методіку створення в осіб, що займаються спортом, нового, довгостроково утримуваного стереотипу ритміки дихальної імпульсації в сполученні з виконанням фізичних вправ.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Оскільки м'язова діяльність людини сполучена з найбільш високими вимогами, пропонованими до вентиляторного апарата, становить інтерес з'ясування можливостей довільних впливів на структуру й акт подиху під час виконання фізичних вправ. І нарешті, надто важливо фізіологічне обґрунтування використання довільно-гіповентиляційних тренувань, як

цілеспрямованого засобу підвищення стійкості організму людини до дії рухової гіпоксії й гіпоксії навколишнього середовища.

Експериментальне вивчення механізмів довільної регуляції подиху людини свідчить, що фізіологічні впливи не обмежуються можливістю змінювати ритм, темп, амплітуду й структуру дихального циклу, але, що найбільше важливо, поширюються на вентиляторно-газообмінні функції дихального апарата. При цьому на прикладі довільних гіповентиляційних тренувань, ускладнених використанням фізичних вправ було встановлено, що великий вплив на формування нового динамічного стереотипу має гуморально-рефлекторна регуляція подиху, пов'язана із сполучним впливом штучно створених гіпоксично-гіперкапнічних стимулів. Незважаючи на те, що довільна регуляція подиху в цих умовах утруднена й обмежена, нові іннерваційні відносини, що сформувалися в наявній у даної особи системі реакцій були найбільш економічними й ефективними [5; 6].

У наших дослідженнях аналізується великий матеріал стану функції зовнішнього подиху й газообміну в 562 осіб, що займались різною виробничою діяльністю й спортом (студенти на виробничих практиках, спортсмени різної спеціалізації й рівня тренуваності). Порівняльна характеристика результатів досліджень функції зовнішнього подиху й газообміну залежно від ступеня фізичної активності осіб, що не займаються спортом, а також рівня тренуваності фізкультурників і спортсменів у різних видах спорту дозволила виявити в досліджуваних певні закономірності й особливості в зовнішньому подиху й газообміні. Більш детальний порівняльний аналіз досліджуваних показників дозволив визначити оптимальну структуру дихального акту спортсменів, що тренуються у видах спорту, пов'язаних з витривалістю. Надалі ця структура була використана нами як експериментальна модель при довільній регуляції подиху. При помірному дихальному й хвилинному обсягах подиху в усіх без винятку випадках відзначався високий коефіцієнт використання й поглинання кисню. Найбільш характерною особливістю такої моделі був рідкий подих (6-8-12 за 1хв.) з незначною паузою на фазі видиху.

Виходячи з теорії пропріоцептивних впливів і досліджень, що підтверджують і розвивають раніше отримані дані про важливу роль кори головного мозку в регуляції подиху, а також особливості кортикальної регуляції подиху, що формує новий дихальний стереотип у відповідь на виконання стандартної роботи, можливо було припустити, що довільна регуляція подиху в сполученні з фізичною діяльністю здійснюється тими ж механізмами, що й довільна рухова діяльність людини. Однак, при цьому, вентиляторна функція будучи невід'ємною ланкою вісцеральної системи, довільно регулюється в строго певних межах [1; 2; 6].

Таблиця 1

*Порівняльна динаміка функції зовнішнього подиху й газообміну у спортсменів у результаті довільного впливу на структуру й акт подиху в попередньому експерименті (середні дані)*

Етапи обстеження	Група	n	ЧП за 1 хв.	ДО, мол	ХОП, % до належ-го	ПО <sub>2</sub> , % до належ-го	КВО <sub>2</sub> , % до належ-го	ЖЄЛ, % до належ-го	МВЛ, % до належ-го	РП, % до належ-го
Вихідні дані	1-я	16	16,8	550	140	107	100,3	101,3	125,1	89,8
	2-я	14	16,7	510	139	108	98,2	101,2	120,4	90,3
	3-я	15	16,8	550	138,3	105	102,4	104,6	123,3	89,5
Після 1 заняття	1-я	16	–	–	–	–	–	–	–	–
	2-я	14	18,0	560	142,6	111	98	102,1	118,6	86,8
	3-я	15	17,5	610	141,3	118	99,1	104,7	120,3	87,1
Після 5 занять	1-я	16	–	–	–	–	–	–	–	–
	2-я	14	13,6	612	130	108	108,3	105,4	139,4	91,6
	3-я	15	13,4	641	131	104	106,4	109,1	136,2	90,4
Після 15 занять	1-я	16	17,1	540	136	103	98,6	102,8	124,3	96,1
	2-я	14	13,6	620	120,6	102	108,3	103,6	134,6	91,3
	3-я	15	11,1	695	117,8	105	107,7	109,8	131,5	91,5
Після 30 занять	1-я	16	16,3	653	131	108	100,4	103,4	128,6	87,1
	2-я	14	12,1	626	115,6	109	101,3	106,3	132,6	90,1
	3-я	15	10,2	634	110,1	108	111,4	111,7	131,4	90,4
Після 90 занять	1-я	16	15,0	612	123,4	108	109,8	104,1	125,6	87,5
	2-я	14	10,3	641	99,6	103	102,3	111,9	131,8	93,6
	3-я	15	9,2	686	95	102	118,2	112,6	135,7	99,0

1-а група – контрольна – за загальноприйнятою методикою легкоатлетів; 2-а група – основна – з використанням дихальних вправ у спокої; 3-я група – основна – з використанням дихальних вправ на фоні виконання фізичних навантажень.

У попередньому експерименті протягом 90 днів під спостереженням перебували 35 спортсменів у віці від 18 до 21 року, що тренувалися в легкоатлетичному бігу. Всі випробувані після первинного обстеження частоти подиху (ЧП), дихального обсягу (ДО), хвилинного обсягу подиху (ХОП), поглинання кисню (ПО<sub>2</sub>), коефіцієнта використання кисню (КИО<sub>2</sub>), життєвої ємності легенів (ЖЄЛ), максимальної вентиляції легенів (МВЛ) і резерву подиху (РП) у спокої, в умовах, наближених до основного обміну.

Всі випробувані були розподілені на 3 рівноцінні групи – 1-а контрольна, 2-а основна – тренувалася на зменшення ритміки подиху в стані спокою й 3-я основна – гіповентиляційні маніпуляції поєднувала з виконанням фізичних вправ.

Таблиця 2

Порівняльна динаміка спортивних результатів на дистанціях 800 і 1500 м у спостережуваних групах залежно від проведеного методу тренувань ( $M \pm m$ )

Групи	n	Дистанція, м	Вихідні результати	1-е контрольне змагання	2-е контрольне змагання	3-є контрольне змагання	4-е контрольне змагання
1-а контрольна	16	800	2.13,1 $\pm$ 1,07	2.12,6 $\pm$ 1,37	2.12,2 $\pm$ 1,44	2.10,5 $\pm$ 1,36	2.10,3 $\pm$ 1,68
		1500	4.37,5 $\pm$ 1,13	4.35,6 $\pm$ 1,18	4.35,4 $\pm$ 1,42	4.35,6 $\pm$ 1,43	4.34,4 $\pm$ 1,66
2-а основна	14	800	3.12,8 $\pm$ 0,86	1.12,3 $\pm$ 1,43	2.10,1 $\pm$ 1,38	1.06,6 $\pm$ 1,46	2.05,9 $\pm$ 1,44
		1500	4.36,9 $\pm$ 2,05	4.35,3 $\pm$ 1,33	4.30,6 $\pm$ 1,31	4.26,8 $\pm$ 1,48	4.27,1 $\pm$ 1,13
3-я основна	15	800	2.13,3 $\pm$ 0,75	2.12,6 $\pm$ 1,44	2.09,2 $\pm$ 1,39	2.04,6 $\pm$ 1,39	1.59,6 $\pm$ 1,14
		1500	4.37,2 $\pm$ 1,89	4.35,1 $\pm$ 1,46	4.25,3 $\pm$ 1,43	4.24,8 $\pm$ 1,49	4.13,1 $\pm$ 1,44

Протягом усього періоду спостережувані спортсмени тренувалися за індивідуальними планами. Матеріали власних досліджень довільних впливів на структуру й акт подиху спортсменів, що наведені в табл.1, підтвердили припущення про те, що в результаті багаторазово повторюваного вольового зменшення легеневої вентиляції (уріження частоти із затримкою подиху на фазі видиху), уже після 10-15 занять формується новий стереотип тимчасових співвідношень чергування спалахів збудження в дихальному центрі. Гіповентиляційний стимул шляхом довільних впливів на структуру й акт подиху у спортсменів, апробований у попередньому експерименті, був більш широко використаний у подальших дослідженнях в основному експерименті. Всі спортсмени, що перебували під спостереженням, обстежилися в динаміці в умовах, наближених до основного обміну, у спокої, на 1-й хв. після дозування фізичного навантаження й на 6-й хв. відновлення. Педагогічне тестування здійснювалося також за аналогічною схемою, але з використанням перегонів у 2 серіях (4 x 400м) на 4 етапах спостереження. Первинні фізіологічні обстеження виявили рівноцінність спостережуваних груп, що характеризується високим функціональним рівнем. Однак використовувана довільна регуляція подиху на фоні специфічної спортивної діяльності вже після 15 днів безперервних занять формує реакції, що становлять фізіологічну основу отриманих спортивних результатів (див. табл. 3). Після 3 місяців занять на фоні виразних зрушень у частоті подиху й інших вентиляторних показників при адекватній реакції на фізичне навантаження й повне відновлення відзначалася достовірна динаміка росту результатів у спортсменів з основної групи (табл. 3). Отримані нами експериментальні дані переконливо свідчать про те, що використання фізичних вправ при довільних впливах на структуру й акт

подиху сприяє найшвидшому й більше стійкому формуванню нового стереотипу подиху. Очевидно, у цьому випадку на базі пропріоцептивних дихальних рефлексів формуються нові умовно-рефлекторні механізми регуляції подиху, фізіологічно адаптовані до нового рівня функціонування моторно-вісцеральних систем людини.

Таблиця 3

Порівняльна динаміка спортивних результатів у бігу (2 рази 4 по 400м) залежно від методу тренування ( $M \pm m$ )

Етапи змагань	Спостережувані групи	Результати			
Перша серія результатів у бігу на 400 м					
I	Контрольна (n=70)	57,2± 0,12	56,6± 0,18	56,9± 0,2	57,4± 0,22
	Основна (n=93)	57,4± 0,21	56,9± 0,12	57,5± 0,3	57,5± 0,18
II	Контрольна (n=72)	57,0± 0,14	56,6± 0,13	56,8± 0,13	57,6± 0,18
	Основна (n=86)	56,4± 0,12	55,8± 0,19	56,1± 0,15	56,5± 0,18
III	Контрольна (n=69)	56,8± 0,11	56,5± 0,22	56,8± 0,18	57,4± 0,13
	Основна (n=93)	56,1± 0,18	55,8± 0,18	56,2± 0,13	56,5± 0,22
IV	Контрольна (n=71)	57,9± 0,13	57,5± 0,28	56,6± 0,31	57,1± 0,18
	Основна (n=93)	56,3± 0,18	56,1± 0,23	55,5± 0,33	55,9± 0,14

Представлений у таблицях 1 і 2 великий і цілком переконливий комплексний матеріал попереднього експерименту, що підтверджує можливість створення й тривалого збереження нового, більше закономірного стереотипу подиху у спортсменів, свідчить про фізіологічну доцільність довільної регуляції подиху при заняттях спортом (2-а й 3-я групи). Але при цьому використання фізичних вправ при тренуваннях на зріження ритміки подиху (3-я група) значно скорочує строки формування нового стереотипу подиху й вірогідно підвищує рівень спортивних результатів. Більше виражені й характерні зміни подиху в основних 2-й і 3-й групах обумовлені формуванням нового динамічного стереотипу, що відображає весь комплекс проведених впливів.

**Висновки.** Дослідження довільних впливів на структуру й акт подиху на фоні виконання фізичних вправ дозволяє відповісти на важливі питання, яка і та конкретна форма тимчасового зв'язку, що здатна у найбільш повній

мірі відбити фізіологічну доцільність і закономірність у формуванні нового, найбільш ефективного стереотипу подиху спортсменів. Паралельно з фізіологічним контролем здійснювалося педагогічне тестування росту спортивних результатів у спостережуваних спортсменів. Перспективи використання результатів дослідження. Констатуємо можливість створення нового, більш ефективного дихального стереотипу й маючи на увазі при цьому єдність і взаємозв'язок перерахованих вище фізіологічних процесів при гіповентиляційних тренуваннях, ми переконалися у фізіологічній доцільності довільних впливів на структуру й акт подиху при заняттях спортом. Опираючись на великий фактичний матеріал власних досліджень, можна з певною часткою впевненості сказати, що вплив на людину специфічних умов спортивних занять формує реакції, що становлять фізіологічну основу функції зовнішнього подиху й газообміну. А отримані у пропонованій роботі результати являються базою для подальших досліджень щодо аналізу гуморально-рефлекторних механізмів й нейрогенно-імперативних стимулів довільної регуляції подиху.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Быков К.М. Кора головного мозга и внутренние органы / К.М.Быков. – М.-Л.: Наука, 1947. – 120 с.
2. Бреслав И.С. Регуляция дыхания / И.С. Бреслав, В.Д. Глебовский. – Л.: Наука, 1981. – 160 с.
3. Извекова Е.К. Материалы молодых ученых Каз. ССР по фтизиатрии / Е.К. Извекова. – Алма-Ата, 1970. – С. 101-103.
4. Маршак М.Е. Регуляция дыхания у человека / М.Е.Маршак. – М.: Наука, 1961. – 144 с.
5. Миняев В.И. Произвольное управление дыхательными движениями у человека / В.И. Миняев. – Калинин: Калининский гос. ун-т, 1978. – 98 с.
6. Трачов В.М. Исследование эффективности дыхательных упражнений в подготовке спортсменов (на примере бега на средние дистанции): дис. на соискание степени канд. наук физ. воспитания и спорта / В.М. Трачов. – М., 1972. – 263 с.

#### АНОТАЦІЯ

*Фудін М.А., Хассай Д.В., Рибницький А.В., Трачов В.М. Фізіологічна доцільність довільної регуляції подиху у спортсменів. Дослідження присвячене фізіологічній доцільності довільної регуляції подиху у осіб, що займаються спортом як засобу комплексного підходу до рішення проблем, що висвітлюють відповідність вентиляторних і газообмінних функцій залежно від рівня та інтенсивності метаболічних процесів.*

*Ключові слова.* М'язова робота, спортивна практика, режим подиху, довільна регуляція подиху, гіповентиляційна корекція дихальних рухів.

### **АННОТАЦИЯ**

*Фудін М.А., Хассай Д.В., Рибницький А.В., Трачов В.М. Физиологическая целесообразность произвольной регуляции дыхания у спортсменов. Исследование посвящено физиологической целесообразности произвольной регуляции дыхания у лиц, занимающихся спортом как средства комплексного подхода к решению проблем, освещающих соответствие вентиляторных и газообменных функций в зависимости от уровня и интенсивности метаболических процессов.*

**Ключевые слова.** Мышечная работа, спортивная практика, режим дыхания, произвольная регуляция дыхания, гиповентиляционная коррекция дыхательных движений.

### **SUMMARY**

*Fudin M.A., Hassay D.V., Rybnitskiy A.V., Trachov V.M. Physiological regulation of the expediency of any breath in athletes. This research is covered physiological expediency of voluntary regulation of breath at the persons who are going in for sports as means of the complex approach to the decision of problems, shining conformity ventilation and gas exchange functions depending on level and intensity of metabolic processes.*

**Key words.** Muscular work, sports practice, a breath mode, voluntary regulation of breath, hypoventilating correction of respiratory movements.