

## Повышение функциональной подготовленности легкоатлетов на основе использования резистивно-респираторных нагрузок

*В. В. Чёмов, И. Н. Солопов, А. С. Мартюшев*

Использование интервальной резистивно-респираторной нагрузки приводит к существенному повышению аэробной производительности и формированию экономичности организма спортсменов. Непрерывный режим такой нагрузки обеспечивает более высокую физическую работоспособность.

**Ключевые слова:** интервальные резистивно-респираторные нагрузки, физическая работоспособность, легкоатлеты.

## Increase of Functional Readiness of Athletes on the Basis of Use of Resistive-Respiratory Loadings

*V. V. Chyomov, I. N. Solopov, A. S. Martjushev*

Use of interval resistive-respiratory loading provides more essential increase of aerobic productivity and profitability and efficiency of functioning of an organism of athletic sportsmen. Non-stop regime of such loading provides the higher level of working capacity.

**Key words:** interval resistive-respiratory loadings, physical working capacity, athletes.

Неуклонный прогресс достижений в современном спорте и рост профессиональных нагрузок в ряде областей обитания и деятельности человека определяют возможность развития крайней степени физического напряжения, достигающего в ряде случаев предела физиологических возможностей. В связи с этим возникает необходимость разработки новых средств и методов повышения функциональных резервов организма, оптимизации процессов адаптации к экстремальным нагрузкам и роста физической работоспособности.

В связи с этим в последнее время уделяется большое внимание внедрению в тренировочный процесс спортсменов широкого круга дополнительных, так называемых эргогенических, средств в качестве которых могут выступать различные средства направленного воздействия на организм – искусственная управляющая среда (тренажеры, особые условия – покрытия и др.); применение естественных биологически активных веществ; направленные воздействия на дыхательную систему (гипоксия, дыхание через дополнительное «мертвое» пространство, дыхание при повышенном резистивном и эластическом сопротивлении, произвольная гиповентиляция) и др. [2; 14; 16]. Использование этих средств позволяет полнее раскрыть функциональные резервы организма спортсмена, интенсифицировать процессы адаптации к факторам тренировочного воздействия, повысить эффективность подготовки, при этом удается избежать критических степеней напряжения опорно-двигательного аппарата и регуляторных механизмов.

Весьма эффективным средством, способствующим усилению воздействия на организм физических нагрузок, является дыхание в условиях повышенного резистивного сопротивления дыханию [6; 13]. Систематическое использование дыхания с сопротивлением способствует повышению уровня специальной выносливости, росту

спортивных результатов и развитию функциональных возможностей дыхательной системы. Существенно увеличиваются показатели общей и специальной физической работоспособности, повышается аэробная производительность [13; 17].

В практике применения резистивной тренировки используется непрерывный метод экспозиции этого воздействия в виде сеансов по 15–20 минут и, как правило, в условиях мышечного покоя [4; 11]. Вместе с тем, как показали наши исследования, наибольший эффект от применения дополнительного сопротивления дыханию наблюдается при его экспозиции совместно с мышечной работой [13; 14]. Кроме того, мы предполагаем, что применение этого воздействия в интервальном (прерывистом) режиме может быть более эффективным. Как известно, принцип интервальности успешно применяется в спортивной [3; 9; 10] и гипоксической тренировке [1; 5].

Таким образом, в исследовании была поставлена задача – выяснить влияние тренировки в условиях дополнительного резистивного сопротивления в режимах непрерывной и интервальной экспозиции на показатели физической работоспособности, аэробной производительности, дыхательной мускулатуры и параметры функционального состояния спортсменов.

### Организация и методы исследований

Для определения эффективности использования в тренировочном процессе дыхания с повышенным резистивным сопротивлением дыханию был организован физиологический эксперимент с участием 16 спортсменов-бегунов (18–20 лет). Были сформированы контрольная (5 человек) и две экспериментальные группы (№ 1 – из 5 человек, № 2 – из 6 человек) одинаковой физической подготовленности.

Тренировка продолжалась четыре недели, в течение которых все три группы тренировались по одинаковой тренировочной программе.

В отличие от контрольной группы, участники экспериментальных групп 20–25 % объема специальной работы выполняли в условиях дыхания с диафрагмой, создающей инспираторно-экспираторное резистивное сопротивление 8–10 мм вод. ст. Участники экспериментальной группы № 1 использовали это воздействие в непрерывном режиме, осуществляя дыхание с сопротивлением в течение 15–20 минут в каждой тренировке при пробегании длинных дистанций. Участники экспериментальной группы № 2 дышали с сопротивлением в интервальном режиме, выполняя экспозицию воздействия сериями (8–10 по 1–2 минуты), также при осуществлении длительной беговой работы.

До и после экспериментальных тренировок участники всех групп обследовались в лаборатории и тестировались в условиях тренировки. Производилось определение общей физической работоспособности ( $PWC_{170}$ ), максимальной мощности физической нагрузки ( $W_{max}$ ), частоты сердечных сокращений в момент выполнения мышечной нагрузки максимальной мощности ( $ЧСС_{max}$ ), жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и максимальной вентиляции легких (МВЛ).

Регистрировались показатели минутного объема легочной вентиляции дыхания ( $VE$ ) и частоты дыхания ( $fb$ ). Расчетным путем получали величины дыхательного объема ( $V_T$ ) посредством электронного спирометра «Spirosift-3000»

(Fukuda, Япония). Кроме того, производилось прямое определение максимального потребления кислорода (МПК) при помощи метабологафа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)». Расчетным путем получали величины ватт-пульса ( $W/ЧСС$ ) – показателя экономичности выполнения физической нагрузки, кислородного пульса (КП). Специальная подготовленность оценивалась по времени пробега 1 мили.

### Результаты исследований

В таблице 1 представлена динамика показателей аэробной производительности, общей и специальной работоспособности у спортсменов всех групп, зарегистрированных до и после физиологического эксперимента.

В результате четырехнедельной тренировки во всех группах спортсменов существенно возросли показатели аэробной производительности, общей физической работоспособности, как при умеренной ( $PWC_{170}$ ), так и при максимальной мощности ( $W_{max}$ ) работы, и специально-технического результата (бег на 1 миле). Это свидетельствует о правильно и рационально организованном тренировочном процессе спортсменов в подготовительном периоде, когда основная задача состоит в повышении аэробных возможностей и физической работоспособности [9].

Таблица 1

Изменение показателей аэробной производительности, общей и специальной физической работоспособности у спортсменов экспериментальных и контрольной групп ( $x \pm m$ )

Показатели	Экспериментальная группа № 1 (n=5)		Экспериментальная группа № 2 (n=6)		Контрольная группа (n=5)	
	в начале эксперимента	в конце эксперимента	в начале эксперимента	в конце эксперимента	в начале эксперимента	в конце эксперимента
МПК, л/мин.	3,02±0,13	3,84±0,67*	3,48±0,16	4,79±0,22*	2,99±0,14	3,46±0,48*
МПК/вес, мл/кг/мин.	47,5±2,4	59,9±9,9*	52,1±1,8	72,3±4,6*	42,2±1,7	48,8±5,4*
$PWC_{170}$ кгм/мин.	878±72	1357±60*	983±39	1207±81*	953±73	1012±136*
$PWC_{170}/вес$ кгм/кг/мин.	13,7±0,9	21,2±1,2*	14,9±1,1	18,3±1,5*	13,6±1,4	14,3±1,9*
$W_{max}$ кгм/мин.	1240±25	1740±56*	1238±30	1700±67*	1425±45	1800±112*
Бег, 1 миля, мин	3,49±0,15	3,41±0,07*	3,45±0,22	3,20±0,25*	3,40±0,01	3,39±0,03

Примечание. Здесь и далее достоверность различий: \* при  $P < 0,05$  (критерий знаков, Z).

Вместе с тем в экспериментальных группах увеличение указанных показателей было почти в два раза больше, чем в контрольной. В экспериментальной группе № 1, использовавшей непрерывный режим экспозиции резистивной респираторной нагрузки, аэробная производительность увеличилась в несколько меньшей степени (на 27,1 %;  $P < 0,05$ ) по сравнению с эксперименталь-

ной группой № 2 (37,6 %;  $P < 0,05$ ), использовавшей интервальный режим экспозиции резистивной респираторной нагрузки. В то же время в группе № 1 показатель  $PWC_{170}$  возрос более существенно: на 54,5 % ( $P < 0,05$ ) против 22,8 % ( $P < 0,05$ ) в группе № 2. Максимальная мощность работы ( $W_{max}$ ) возросла в обеих группах в равной

степени – соответственно на 40,3 и 37,3 % ( $P < 0,05$ ).

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что в группе № 2 произошло более существенное увеличение спортивного результата – на 7,0 % ( $P < 0,05$ ), тогда как в группе № 1 этот пока-

затель возрос на 2,3 % ( $P < 0,05$ ), а в контрольной группе всего на 0,7 % ( $P < 0,05$ ).

В таблице 2 представлены показатели функциональной экономичности и эффективности при максимальной мощности физической нагрузки.

Таблица 2

Изменение функциональных показателей, зарегистрированных при максимальной физической нагрузке у спортсменов экспериментальных и контрольной групп ( $\bar{x} \pm m$ )

Показатели	Экспериментальная группа № 1 (n=5)		Экспериментальная группа № 2 (n=6)		Контрольная группа (n=5)	
	в начале эксперимента	в конце эксперимента	в начале эксперимента	в конце эксперимента	в начале эксперимента	в конце эксперимента
$W_{\max}$ , кгМ/мин.	1240±25	1740±56*	1238±30	1700±67*	1425±45	1800±112*
$ЧСС_{\max}$ , уд./мин.	183,0±7,3	184,4±4,4	194,0±5,9	185,7±2,9	185,0±5,4	191,4±3,0
$W/ЧСС_{\max}$ , кгМ/мин./уд.	6,8±0,2	9,4±0,3*	6,3±0,1	9,1±0,3*	7,7±0,1	9,4±0,4*
$КП_{\max}$ , мл/мин./уд.	16,5±0,9	20,8±2,9*	17,9±1,4	25,8±2,0*	16,2±0,6	18,1±2,2
$VE_{\max}$ , л/мин.	102,0±12,9	109,0±11,1	113,9±7,6	100,0±6,9	115,5±4,4	116,6±8,9
$fb_{\max}$ , кгМ/мин./уд.	52,0±1,8	54,2±2,1	56,0±5,2	47,7±2,7	56,8±4,0	51,4±3,9
$V_{T_{\max}}$ , л	1,92±0,19	2,01±0,19	2,06±0,10	2,11±0,16	2,08±0,18	2,27±0,01

Из приведенных данных можно увидеть, что в экспериментальных группах спортсменов наблюдается существенный прирост показателей и экономичности и эффективности, по сравнению с контрольной группой.

Примечательно то, что практически одинаковая максимальная мощность физической работы достигалась спортсменами обеих экспериментальных групп также по-разному, с различной степенью напряжения функциональных систем.

Так, в группе, использовавшей интервальную резистивно-респираторную нагрузку (ИРРН), увеличение максимальной мощности физической нагрузки сопровождалось снижением максимальной частоты сердечных сокращений на 4,3 %, тогда как в группе, использовавшей непрерывный режим резистивно-респираторной нагрузки (НРРН), максимальная ЧСС несколько увеличилась (на 0,7 %). Показатель ватт-пульса ( $W/ЧСС_{\max}$ ) в группе с ИРРН увеличился на 52,5 % ( $P < 0,05$ ), а в группе с НРРН – на 38,8 % ( $P < 0,05$ ). Кислородный пульс ( $КП_{\max}$ ) в группе с ИРРН повысился на 44,1 % ( $P < 0,05$ ), а в группе с НРРН – на 26,0 % ( $P < 0,05$ ).

В этом плане весьма показательны изменения объемно-временных параметров дыхания при максимальной нагрузке в обеих экспериментальных группах. Легочная вентиляция ( $VE_{\max}$ ) при  $W_{\max}$  в группе с ИРРН снизилась на 12,2 % при существенном (на 14,9 %) урежении частоты дыхания ( $fb_{\max}$ ) и увеличении дыхательного объема ( $V_{T_{\max}}$ ) на 2,4 %.

В группе с НРРН легочная вентиляция, напротив, возросла на 6,8 %. Возросли при этом и частота дыхания и дыхательный объем соответственно на 4,3 и 4,7 %.

Вышеизложенное позволяет заключить, что ИРРН в большей мере, чем НРРН, способствует повышению экономичности и эффективности функционирования как респираторной системы, так и всего организма в целом.

В связи с этим становится понятным более существенное увеличение спортивного результата у участников, использовавших ИРРН, так как известно, что на этапе обретения высшего спортивного мастерства именно факторы экономичности-эффективности определяют специфический спортивный результат [8; 15].

### Заключение

Систематическое использование повышенного резистивного сопротивления в тренировке спортсменов способствует значительному повышению специальной физической подготовленности, опосредованной повышением экономичности и эффективности функционирования дыхательной функции и организма в целом при физической нагрузке, ростом аэробной производительности организма и общей физической работоспособности.

Использование интервальной резистивно-респираторной нагрузки обеспечивает более существенное повышение аэробной производительности, экономичности и эффективности функционирования системы дыхания и организма в целом. Вместе с тем, применение резистивной нагрузки на дыхание в непрерывном режиме обеспечивает более высокую физическую работоспособность как при умеренных, так и при максимальных мощностях физической нагрузки.

Указанные обстоятельства позволяют рекомендовать оба этих режима для практического использования в тренировке в качестве дополнительного адаптогенного фактора. При этом непрерывные экспозиции резистивного респираторного сопротивления будут более целесообразны на начальных этапах многолетней спортивной тренировки, когда доминирующее значение для обеспечения физической работоспособности имеют мощностные факторы. Применение интервальных резистивно-респираторных нагрузок наиболее целесообразно на заключительных этапах многолетней тренировки, когда ведущими факторами в обеспечении высокой физической работоспособности выступают факторы экономичности-эффективности.

### Библиографический список

1. Волков, Н. И. Эффективность интервальной гипоксической тренировки при подготовке конькобежцев высокой квалификации [Текст] / Н. И. Волков, Б. А. Стенин, С. Ф. Сокунова // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 3. – С. 8–13.
2. Волков, Н. И. Перспективы биологии спорта в XXI веке [Текст] / Н. И. Волков // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 5. – С. 14–18.
3. Волков, Н. И. Теория и практика интервальной тренировки в спорте [Текст] / Н. И. Волков, А. В. Карасев, М. Хосни. – М. : Военная академия им. Ф. Э. Дзержинского, 1995. – 196 с.
4. Иоффе, Л. Ц. Повышение функциональных возможностей организма человека путем тренировок дыханием через дополнительное мертвое пространство [Текст] / Л. Ц. Иоффе, Р. И. Любомирская, В. С. Сверчкова и др. // Физиология человека. – 1987. – Т. 13. – № 2. – С. 241–244.
5. Колчинская, А. З. Биологические механизмы повышения аэробной и анаэробной производительности спортсменов [Текст] / А. З. Колчинская // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 3. – С. 2–7.
6. Крестовников, А. Н. Очерки по физиологии физических упражнений [Текст] / А. Н. Крестовников. – М. : Физкультура и спорт, 1951. – 531 с.
7. Кучкин, С. Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма [Текст] : автореф. дис. ... д-ра. мед. наук / С. Н. Кучкин. – Казань, 1986. – 48 с.
8. Кучкин, С. Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) [Текст] / С. Н. Кучкин // Резервы дыхательной системы. – Волгоград, 1999. – С. 7–51.
9. Платонов, В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте [Текст] / В. Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.
10. Платонов, В. Н. Теория и методика спортивной тренировки [Текст] / В. Н. Платонов. – Киев: Вища школа, 1984. – 352 с.
11. Савич, А. Б. Влияние инспираторной резистивной тренировки на работоспособность спортсменов [Текст] / А. Б. Савич // Современное состояние и актуальные проблемы физиологии спорта. – Л., 1989. – С. 146–155.
12. Солодков, А. С. Повышение резервов адаптации к физическим нагрузкам с помощью резистивной тренировки вентиляторного аппарата [Текст] / А. С. Солодков, А. Б. Савич // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. – Тверь, 1991. – С. 70–78.
13. Солопов, И. Н. Оптимизация функциональной подготовленности человека посредством дыхания с сопротивлением при мышечных нагрузках [Текст] / И. Н. Солопов, Л. В. Иванов, А. П. Герасименко // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. – Тверь, 1993. – С. 98–105.
14. Солопов, И. Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека [Текст] / И. Н. Солопов. – Волгоград, 2004. – 220 с.
15. Солопов, И. Н. Функциональная подготовка спортсменов [Текст] / И. Н. Солопов, А. И. Шамардин. – Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2003. – 263 с.
16. Шамардин, А. И. Оптимизация функциональной подготовленности футболистов [Текст] / А. И. Шамардин. – Волгоград, 2000. – 276 с.
17. Berlman, V. J. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease [Текст] / V. J. Berlman, R. Shadmehr // J. Appl. Physiol. – 1988. – V. 65. – № 6. – P. 2726–2735.