



ЗНАЧЕНИЕ ПРЕДСТАРТОВОЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА ДЫХАНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Ю.Е. ВАГИН*, И.М. МАЗИКИН**, А.В. КОВАЛЕВА*

* ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий», ул. Балтийская, д. 8, г. Москва, 125315, Россия, e-mail: info@academpharm.ru

** ФГОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава РФ, ул. Трубецкая, д.8, стр. 2, г. Москва, 119048, Россия.
Для связи с авторами: e-mail: yuvaguine@yandex.ru

Аннотация. Известно, что регулярные дыхательные упражнения дополняют физические тренировки спортсменов с целью повышения их спортивных результатов. Однако остаются недостаточно исследованными предстартовые ритмы дыхания, которые наиболее предпочтительны для увеличения работоспособности спортсменов. **Цель исследования** – проведение сравнительного анализа эффективности различных предстартовых ритмов дыхания на физическую работоспособность человека. **Материалы и методы исследования.** Регистрировали время бега 16 физкультурников 18–22 лет на среднюю дистанцию. Раз в неделю перед стартом физкультурники дышали в течение 5 мин в разных ритмах: ритмично, форсированно, с задержками, гиповентиляционно. **Результаты и их обсуждение.** Предстартовое гиповентиляционное дыхание уменьшало артериальное давление, что указывало на снижение предстартового стресса, повышало возбудимость дыхательного центра и улучшало время бега. Предстартовое форсированное дыхание увеличивало частоту пульса, что указывало на повышение предстартового стресса, снижало возбудимость дыхательного центра и ухудшало время бега. Прерывные задержки дыхания способствовали у одних физкультурников и препятствовали у других достижению спортивного результата. **Заключение.** Предстартовое гиповентиляционное дыхание целесообразно применять при предстартовой подготовке спортсменов. Предстартовое форсированное дыхание целесообразно исключить из предстартовой подготовки спортсменов.

Ключевые слова: предстартовое дыхание, форсированное дыхание, задержки дыхания, гиповентиляционное дыхание, работоспособность спортсмена.

THE IMPORTANCE OF PRE-START VOLUNTARY BREATHING RHYTHM REGULATION IN ENHANCING HUMAN PHYSICAL PERFORMANCE

Y.E. VAGIN*, I.M. MAZIKIN**, A.V. KOVALEVA*

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Original and Promising Biomedical and Pharmaceutical Technologies",

Baltiskaya Street, 8, Moscow, 125315, Russia, e-mail: info@academpharm.ru

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenov University)", Ministry of Health of the Russian Federation, Trubetskaya Street, 8, Building 2, Moscow, 119048, Russia.

For correspondence with the authors: e-mail: yuvaguine@yandex.ru

Abstract. It is known that regular breathing exercises complement athletes' physical training to improve their sports performance. However, pre-start breathing rhythms, which are most effective in enhancing athletes' performance, remain insufficiently studied. **The purpose of the study** is to conduct a comparative analysis of the effectiveness of different pre-start breathing rhythms on physical performance. **Materials and Methods.** The running time of 16 physical training students aged 18–22 years on a middle-distance track was recorded. Once a week before the start, the participants practiced breathing for 5 minutes in different rhythms: rhythmic, forced, with pauses, and hypoventilatory. **Results and Discussion.** Pre-start hypoventilatory breathing decreased blood pressure, indicating a reduction in pre-start stress, increased the excitability of the respiratory center, and improved running time. Pre-start forced breathing increased heart rate, indicating increased pre-start stress, decreased the excitability of the respiratory center, and worsened running time. Intermittent breath-holding helped some participants but hindered others from achieving a good sports result. **Conclusion.** Pre-start hypoventilatory breathing should be applied in athletes' pre-start preparation. Pre-start forced breathing should be excluded from athletes' pre-start preparation.

Keywords: pre-start breathing, forced breathing, breath-holding, hypoventilatory breathing, athlete performance.

Введение. Известно, что регулярные дыхательные упражнения дополняют физические тренировки спортсменов с целью повышения их спортивных результатов [4]. Однако остаются недостаточно исследованными предстартовые ритмы дыхания, которые наиболее предпочтительны для увеличения работоспособности спортсменов.

Имело значение исследовать влияние на спортивный результат четырех видов предстартового ритма дыхания: ритмического дыхания, форсированного дыхания, прерывных задержек дыхания и гиповентиляционного дыхания. Спокойное ритмическое дыхание уменьшает предстартовое напряжение и наиболее часто рекомендуется применять спортсменам перед стартом [6]. Глубокое и частое, гипервентиляционное, форсированное дыхание вызывает дополнительную оксигенацию крови [3] и увеличивает анаэробное энергообеспечение работающей мускулатуры [7]. Прерывные задержки дыхания вызывают брадикардию за счет рефлекса Геринга [5] и увеличивают возбудимость дыхательного центра [2], что может повышать резервные возможности дыхания при физической нагрузке спортсменов. Гиповентиляционное ритмическое дыхание плавно увеличивает возбудимость дыхательного центра, уменьшая вентиляционную и двигательную гипоксию при спортивной деятельности [1, 2]. Накопленные физиологические знания показывают, что перечисленные виды дыхания, по-разному перестраивая функциональные процессы организма, могут положительно влиять на спортивную деятельность, что позволяет использовать их для кратковременной предстартовой подготовки спортсменов. Однако сравнение эффективности предстартовых ритмов дыхания не проводили в рамках одного исследования.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа эффективности различных предстартовых ритмов дыхания на физическую работоспособность человека при беге на среднюю дистанцию.

Материалы и методы исследования. Протокол исследования был одобрен комиссии по биомедицинской этике ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий» и выполнен в соответствии с рекомендациями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации [8]. В исследовании добровольно приняли участие 16 физкультурников 18–22 лет, подписавшие информированное согласие на проведение исследования.

Исследование проводили раз в неделю в течение четырех недель. Каждый раз все физкультурники выполняли очередной другой ритм дыхания перед стартом. Предстартовые ритмы дыхания физкультурники выполняли в положении сидя в течение 5 мин. Ритмичное дыхание с частотой 6 раз в минуту испытуемые контролировали, глядя на секундомер, стараясь вдохнуть за 4 с и выдохнуть за 6 с.

Произвольное максимально глубокое и частое дыхание, которое называли форсированным, проводили прерывно с увеличивающейся длительностью 30, 40, 50 и 60 с и паузами между ними с произвольным ритмом дыхания длительностью 40 с.

Субмаксимальные задержки дыхания проводили также прерывно с длительностью 30, 40, 50 и 60 с и паузами между ними с произвольным ритмом дыхания длительностью 40 с. Ритмичное гиповентиляционное дыхание включало в каждый цикл дыхания вдох длительностью 1,5 с, выдох – 2 с и удлиненной паузой на выдохе около 10 с.

Сразу после окончания предстартового ритма дыхания физкультурники стартовали на дистанцию бега, совершая полный круг по беговой дорожке длиной 330 м, которая окружала футбольное поле на стадионе Буревестник в г. Москве. Время бега фиксировали секундомером.

Исследование проводили в полевых условиях, на открытом воздухе, что обусловило выбор средств измерения физиологических параметров испытуемых. Электронным тонометром OMRON M6 (HEM-7213-ARU) (Japan) регистрировали систолическое и диастолическое артериальное давление и частоту артериального пульса (ЧП). Пульсоксиметром ZK-301 (RoHS CE PC) измеряли насыщение артериальной крови кислородом. Измерения проводили в исходном состоянии испытуемых сидя, на последней минуте предстартового ритма дыхания и сразу после окончания их забега.

Статистический анализ. Полученные результаты обрабатывали с помощью параметрического пакета программы Statistica 10 компании «Microsoft». В каждой группе спортсменов вычисляли средние арифметические величины и среднее квадратичное отклонение для каждого исследуемого параметра. Вариационные ряды зарегистрированных параметров имели нормальное распределение, о чем свидетельствовала симметричная колоколообразная форма гистограмм частоты каждого вариационного ряда параметров, разбитых на классы. Различия между средними величинами параметров были при статистической значимости $p < 0,05$, которую оценивали по t -критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. *Изменения физиологических параметров физкультурников при предстартовых ритмах дыхания.* Систолическое артериальное давление уменьшалось при всех видах предстартового ритма дыхания (таблица), что было обусловлено отсутствием двигательной активности в ходе выполнения дыхательных упражнений. Диастолическое артериальное давление осталось на исходном уровне. Степень насыщения артериальной крови кислородом оставалось в пределах нормы 96–99 %, что указывало на незначительное влияние предстартовых ритмов дыхания на гомеостатическую константу системы дыхания.

Изменение систолического артериального давления (мм рт. ст.) при предстартовых ритмах дыхания по сравнению с исходным давлением физкультурников

Ритмичное дыхание	Прерывное форсированное дыхание	Прерывные задержки дыхания	Ритмичное гиповентиляционное дыхание
-7,6 ± 2,3	-15,4 ± 8,8	-14,1 ± 8,1	-7,9 ± 3,0

Существенные разнонаправленные изменения ЧП были зарегистрированы при различных ритмах предстартового дыхания. При произвольном ритмичном дыхании ЧП у одних физкультурников незначительно увеличивалась, а у других уменьшалась, в среднем отличаясь на $1,7 \pm 2,1$ раз/мин от их ЧП в исходном состоянии (рис. 1).

При прерывном форсированном дыхании ЧП увеличивалась у всех физкультурников, в среднем на $15,8 \pm 3,6$ раз/мин по сравнению с их ЧП в исходном состоянии. Изменение ЧП при форсированном дыхании статистически значимо отличалось при $p \leq 0,005$ от изменения ЧП при ритмическом дыхании.

При прерывных задержках дыхания ЧП уменьшалась у всех физкультурников, в среднем на $15,0 \pm 4,7$ раз/мин по сравнению с их ЧП в исходном состоянии. Изменение ЧП при задержках дыхания статистически значимо отличалось при $p \leq 0,005$ от изменения ЧП при ритмическом дыхании и при $p \leq 0,001$ от изменения ЧП при форсированном дыхании.

При ритмичном гиповентиляционном дыхании ЧП у одних физкультурников незначительно увеличивалась, а у других уменьшалась, в среднем отличаясь на $0,2 \pm 2,6$ раз/мин от их ЧП в исходном состоянии. Изменения ЧП при гиповентиляционном дыхании были схожи с изменениями ЧП при ритмичном дыхании (рис. 1). Но изменение ЧП при гиповентиляционном дыхании статистически значимо отличалось при $p \leq 0,005$ от изменения ЧП при форсированном дыхании и отличалось при $p \leq 0,05$ от изменения ЧП при задержках дыхания.

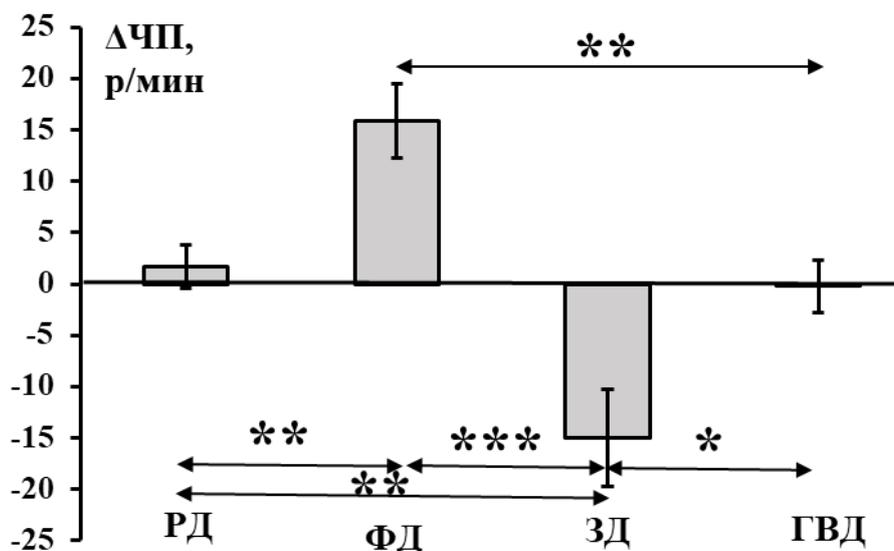


Рис. 1. Изменения частоты пульса (Δ ЧП, p/мин) физкультурников при предстартовом ритмичном дыхании (РД), прерывном форсированном дыхании (ФД), прерывных задержках дыхания (ЗД) и ритмичном гиповентиляционном дыхании (ГВД).

Примечание: * – статистически значимое отличие при $p \leq 0,05$ между Δ ЧП при ЗД и ГВД. ** – статистически значимые отличия при $p \leq 0,005$ между Δ ЧП при РД и ФД, Δ ЧП при РД и ЗД и между Δ ЧП при ФД и ГВД. *** – статистически значимые отличия при $p \leq 0,001$ между Δ ЧП при ФД и ЗД.

Изменение времени бега после предстартовых ритмов дыхания. Время бега каждого физкультурника на дистанцию после предстартового произвольного ритмичного дыхания варьировало от 51 до 85 с, что было обусловлено различной исходной спортивной подготовкой молодых людей. Время бега каждого физкультурника на дистанцию после предстартового произвольного ритмичного дыхания считали исходной величиной, с которой сравнивали время бега после других предстартовых ритмов дыхания, которые могли дополнительно влиять на исходное время бега.

При предстартовом прерывном форсированном дыхании время бега физкультурников увеличивалось у всех обследованных от 1 до 16 с, изменяясь в среднем на $5,7 \pm 1,3$ с (рис. 2). Форсированное дыхание препятствовало достижению спортивного результата.

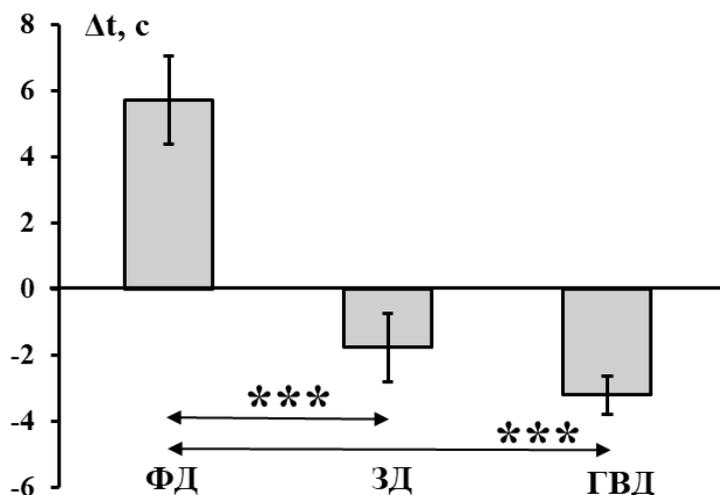


Рис. 2. Изменения времени бега (Δt , с) физкультурников после предстартовых ритмов дыхания: форсированного дыхания (ФД), прерывных задержек дыхания (ЗД) и ритмичного гиповентиляционного дыхания (ГВД) по сравнению со временем бега после предстартового ритмичного дыхания.

Примечание: *** – статистически значимые отличия при $p \leq 0,001$ между Δt при ФД и ЗД и между Δt при ФД и ГВД.

При предстартовых прерывных задержках дыхания время бега у большинства физкультурников уменьшалось, а у меньшинства увеличивалось, изменяясь в среднем на $-1,8 \pm 1,0$ с. Прерывные задержки дыхания неоднозначно действовали на физкультурников, способствуя у одних и препятствуя у других достижению спортивного результата.

При предстартовом ритмичном гиповентиляционном дыхании время бега физкультурников уменьшалось у всех обследованных от 1 до 8 с, изменяясь в среднем на $-3,2 \pm 0,6$ с (рис. 2). Время бега физкультурников после гиповентиляционного дыхания статистически значимо отличалось при $p \leq 0,001$ от времени их бега после форсированного дыхания. Гиповентиляционное дыхание способствовало достижению спортивного результата.

Таким образом, однократное кратковременное применение гиповентиляционного дыхания в предстартовом состоянии физкультурников повышало результат их бега на среднюю дистанцию, что могло быть обусловлено повышением возбудимости дыхательного центра [1]. Уменьшение артериального давления перед стартом указывало на снижение предстартового стресса. Следовательно, не только регулярные гиповентиляционные тренировки препятствовали возникновению гипоксии и увеличивали физические возможности спортсменов [1, 2]. Однократное гиповентиляционное дыхание также повышало их работоспособность.

Форсированное дыхание перед стартом физкультурников увеличивало время бега каждого из них. Такой вид дыхания уменьшал возбудимость дыхательного центра перед началом бега, что могло увеличивать кислородный долг в работающих мышцах во время бега. На фоне уменьшения артериального давления увеличивалась ЧП, и предстартовый стресс усиливался, что препятствовало достижению спортивного результата. Сходные результаты были получены нами ранее. Предстартовое глубокое дыхание не увеличивало время работы на велоэргометре до предела физиологической возможности, но вызывало увеличение вегетативных перестроек в организме испытуемых [3].

При прерывных задержках дыхания у большей части физкультурников время бега уменьшалось. Задержки дыхания увеличивали возбудимость дыхательного центра, что способствовало достижению спортивного результата. Предстартовая брадикардия способствовала уменьшению энергозатрат жизненно важных органов перед началом бега.

У меньшей части физкультурников время бега увеличивалось после задержек дыхания, что могло быть обусловлено неадекватным для них сочетанием длительности задержек дыхания и длительности ритмического дыхания между задержками. При применении более ритмичного гиповентиляционного дыхания спортивный результат улучшался у всех физкультурников.

Выводы.

1. Предстартовое гиповентиляционное дыхание улучшало время бега на среднюю дистанцию, и его можно было рекомендовать спортсменам в качестве предстартовой подготовки спортсменов.
2. Предстартовое форсированное дыхание ухудшало время бега, и его целесообразно исключить из предстартовой подготовки спортсменов.

Литература

1. Вагин Ю.Е., Фудин Н.А., Классина С.Я. Процессы, определяющие увеличение работоспособности спортсменов после гиповентиляционного дыхания // Вестник новых медицинских технологий. 2022. № 2(29). С. 53–56. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-53-56.
2. Фудин Н.А. Физиологические механизмы произвольной регуляции дыхания при занятиях спортом. М.: Спорт. 2020. 224 с.
3. Фудин Н.А., Классина С.Я., Вагин Ю.Е. Глубокое дыхание как средство дополнительной оксигенации и его влияние на функциональное состояние человека // Вестник новых медицинских технологий. 2020. № 3(27). С. 80–83. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16702.
4. Bağiran Y., Dağlioğlu Ö., Bostancı Ö. The effect of respiratory muscle training on aerobic power and respiratory parameters in swimmers. // International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS. 2019. №4(5). P. 214-220.
5. Hering H.E. Analysis of pulsus irregularis perpetuus. PragMed. // Wocenschr. 1903. №28. P. 377–381.
6. Hunt M.G., Rushton J., Shenberger E., Murayama S. Positive effects of diaphragmatic breathing on physiological stress reactivity in varsity athletes // Journal of Clinical Sport Psychology. 2018. №1(12) P. 27-38. DOI: 10.1123/jcsp.2016-0041.
7. Sakamoto A., Naito H., Chow C-M. Hyperventilation as a strategy for improved repeated sprint performance // Journal of Strength and Conditioning Research. 2014. №4(18). P. 1119-1126. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182a1fe5c
8. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for medical research involving human subjects // JAMA. 2013. №20(310). P. 2191–2194. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.

References

1. Vagin YuE., Fudin NA., Klassina SYa. Protsessy, opredelyayushchiye uvelicheniye rabotosposobnosti sportsmenov posle gipoventilyatsionnogo dykhaniya [Processes determining an increase in athletes' working capability after hypoventilation breathing]. Journal of New Medical Technologies. 2022;2(29):53–56. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-53-56. Russian.
2. Fudin NA. Fiziologicheskiye mekhanizmy proizvol'noy regulyatsii dykhaniya pri zanyatiyakh sportom [Physiological mechanisms of voluntary regulation of breathing during sports]. Moscow: Sport. 2020:224 p. Russian.
3. Fudin NA, Klassina SYa, Vagin YuE. Glubokoye dykhaniye kak sredstvo dopolnitel'noy oksigenatsii i yego vliyaniye na funktsional'noye sostoyaniye cheloveka [Deep breathing as means of additional oxygenation and its influence on the functional state of a human]. Journal of New Medical Technologies. 2020;3(27): 80–83. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16702. Russian.
4. Bağiran Y, Dağlioğlu Ö, Bostancı Ö. The effect of respiratory muscle training on aerobic power and respiratory parameters in swimmers. International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS. 2019;4(5):214-220.
5. Hering HE. Analysis of pulsus irregularis perpetuus. PragMed. Wocenschr. 1903; №28:377–381.
6. Hunt MG, Rushton J, Shenberger E, Murayama S. Positive effects of diaphragmatic breathing on physiological stress reactivity in varsity athletes. Journal of Clinical Sport Psychology. 2018;1(12):27-38. DOI: 10.1123/jcsp.2016-0041.
7. Sakamoto A, Naito H, Chow C-M. Hyperventilation as a strategy for improved repeated sprint performance. Journal of Strength and Conditioning Research. 2014;4(18):1119-1126. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182a1fe5c
8. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for medical research involving human subjects. JAMA. 2013.20(310):2191–2194. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.

Библиографическая ссылка:

Вагин Ю.Е., Мазикин И.М., Ковалева А.В. Значение предстартовой произвольной регуляции ритма дыхания в повышении физической работоспособности человека // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №1. Публикация 3-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2025-1/3-3.pdf> (дата обращения: 20.01.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-1-3-3. EDN RHBNOM*

Bibliographic reference:

Vagin YE, Mazikin IM, Kovaleva AV. Znachenie predstartovoy proizvol'noy regulyatsii ritma dyhaniya v povyshenii fizicheskoy rabotosposobnosti cheloveka [The importance of pre-start voluntary breathing rhythm regulation in enhancing human physical performance]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jan 20];1 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2025-1/3-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-1-3-3. EDN RHBNOM

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2025-1/e2025-1.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY