

УДК 612.766.1:796

ОПТИМИЗАЦИЯ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ПОСРЕДСТВОМ НАПРАВЛЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ

И.Н.Солопов

Волгоградская государственная академия физической культуры

Рассматриваются физиологические аспекты использования различных способов воздействия на дыхательную функцию с целью ускорения и оптимизации развития адаптированности организма человека к разным экстремальным условиям деятельности, прежде всего к мышечным нагрузкам в спорте.

***Ключевые слова:** адаптация, экстремальные условия, воздействия на дыхательную функцию.*

Повышение эффективности процесса адаптации к экстремальным условиям обитания и деятельности человека в последнее время приобретает крайне важное значение. Актуальность этой проблемы связана с расширением присутствия человека в неблагоприятных климатических и экологических условиях. Это относится и к профессиональной деятельности в экстремальных условиях труда, например, при авиа- и космических полетах, работе под водой и в высокогорье. Весьма напряженна и специфична деятельность человека при мышечных нагрузках в спортивной деятельности.

Следует отметить, что внешнему дыханию принадлежит первостепенное значение в адаптации организма к экстремальным условиям внешней среды. В этом плане крайне необходимым является разработка конкретных средств и методов, обеспечивающих экономизацию внешнего дыхания применительно к тем или иным экстремальным условиям внешней среды [1].

Поиски путей оптимизации процесса адаптации человека к экстремальным условиям жизни и деятельности идут по многим направлениям. Одним из разрабатываемых направлений является использование нетрадиционных средств воздействия на организм. Наиболее перспективным, на наш взгляд, является использование в рамках специальной подготовки целенаправленных воздействий на дыхательную функцию человека [6; 11].

Выбор для этой цели именно дыхательной системы обусловлен ее уникальным статусом: С одной стороны эта система стоит на страже постоянства внутренней среды, даже незначительные изменения ее деятельности приводят к сдвигу гомеостаза, с другой стороны - дыхание вполне соматизированная функция и может в довольно широких пределах произвольно управляться [2], и при мышечной работе в том числе [6; 14]. Это позволяет, произвольно контролируя дыхательные

движения, управлять уровнем текущей легочной вентиляции и через ее посредство изменять в заданном направлении параметры внутренней среды организма [2; 10; 20], а также параметры многих функциональных систем, и даже модулировать функциональное состояние организма в целом [3].

Спектр неблагоприятных факторов, к воздействию которых требуется эффективная адаптация, весьма обширен. Это и сниженное содержания кислорода (гипоксия), повышенное содержание углекислого газа (гиперкапния) в дыхательном воздухе, увеличенное эластическое и аэродинамическое сопротивление дыханию, воздействие на организм высоких и низких температур окружающей среды, невесомость, условия интенсивной мышечной деятельности и многие другие. Кроме того, при многих специфических заболеваниях дыхательной системы также необходимо применение эффективных специальных воздействий оптимизации дыхательной функции.

Особое значение направленные воздействия на дыхательную функцию имеют для спортивной практики: создавая дополнительный тренировочный раздражитель, они могут помочь решить основную задачу - повысить эффективность тренировочного процесса путем создания предпосылок для оптимальных адаптационных перестроек, совершенствования адаптационных механизмов. Впрочем, этот механизм лежит в основе оптимизации адаптационных процессов и при подготовке к любой другой специфической профессиональной деятельности, особенно связанной со значительными мышечными нагрузками.

Следует отметить, что так или иначе, адаптация к таковым условиям будет развиваться естественным образом. Вместе с тем повышение скорости ее формирования и всесторонняя оптимизация может быть обеспечена использованием ряда средств направленного воздействия на функциональные системы организма, участвующих в адаптационных процессах, определяющих и лимитирующих их. Эти средства в этом случае выступают в качестве дополнительных адаптогенных факторов.

Исходя из выше изложенного, на первый план выступает необходимость решения двух основных, стратегических вопросов. Во-первых, нужно определить объект воздействия, а во-вторых, круг и характер воздействий.

Одним из важных практических вопросов, является вопрос об объектах целенаправленного воздействия, и, следовательно, объекте исследований. При этом следует исходить из важности для организма той или иной функции, важности ее в прикладном плане (важности для специфической деятельности) и, второе, следует учесть удобство осуществления мероприятий направленных на изменение функции в заданном направлении.

В этом плане уникальной является дыхательная функция, жизненная важность которой не требует особых доказательств, также как и прикладное значение произвольного управления дыханием. В смысле «удобства», дыхательная функция отвечает всевозможным требованиям. И, наконец, основное преимущество выбора именно дыхательной системы, состоит в том, что ее функцию можно рассматривать как в плане чисто висцеральной, которая стоит на страже постоянства внутренней среды организма (гомеостаза), так и как функцию соматическую, деятельность которой обеспечивается сокращениями дыхательной мускулатуры. Регуляция работы дыхательных мышц осуществляется как автоматически, так и посредством произвольных (корковых) влияний [2; 6; 8; 14; 22]. Вследствие этого возможно на автоматическую ритмику дыхательных движений в определенных пределах накладывать и произвольные коррекции, что позволяет произвольно управлять уровнем легочной вентиляции и через ее посредство влиять на параметры внутренней среды [2; 10], и на целый ряд функциональных систем организма [7]. Вследствие этого, дыхательная функция является своеобразным «входом» во внутреннюю среду организма [2]. Кроме того, дыхательная функция оказывает определенное влияние на состояние кровообращения, центральной нервной системы [3]. Таким образом, управляя параметрами дыхания, возможно воздействовать на состояние внутренней среды, создавая оптимальные условия для развития адаптации, а также контролировать состояние ЦНС.

Это во многом и предопределяет ее выбор для активного воздействия.

Немаловажен также и вопрос о средствах воздействия. Все возможные средства воздействия на дыхательную функцию могут быть условно разделены на две группы – произвольные и произвольные.

Средства первой группы могут использоваться без сознательного участия в их реализации самого человека. Это условия гипоксии и гиперкапнии, дыхание через дополнительное «мертвое» пространство.

Вторая группа предусматривает активное, сознательное (произвольное) участие в их осуществлении человека. К ним относятся дыхательные упражнения (и различные «дыхательные» системы) и различные приемы произвольного контроля дыхательных движений, посредством которого достигаются состояния гиповентиляции и гипервентиляции, осуществляются задержки дыхания.

В этом плане мы вплотную подходим к необходимости решения проблемы управления висцеральными функциями организма, особенно жизненно важными, и в частности, особо нас интересующей – дыхательной.

Данная проблема предметом пристального изучения становится лишь в последнее время, хотя начало исследований в этом направлении

было положено уже достаточно давно [2; 6; 8; 11; 14]. Вместе с тем, до полного решения этой проблемы еще далеко, а ее актуальность все больше возрастает в силу большого теоретического и практического значения. Совершенствование способностей человека в отношении произвольного управления своими вегетативными функциями открывает новые возможности быстрого и эффективного приспособления организма к экстремальным условиям обитания и деятельности. Несомненна важность таких возможностей в спортивной и клинической медицине.

Разработка и использования в практике методов управления и контроля течения адаптивных процессов предусматривает изучение механизмов произвольного контроля вегетативных функций, механизмов осознания параметров этих функций. В этом плане особую важность приобретает теоретический аспект данной проблемы, который столь же обширен, как и практические возможности, открывающиеся из решения данной проблемы.

Расширение способностей человека в отношении произвольного управления своими вегетативными функциями, и, прежде всего дыхательной, открывает обширные, становящиеся все более необходимыми, возможности быстрого и эффективного приспособления организма к экстремальным условиям обитания и производства. Это связано с освоением человеком все новых ареалов жизни и видов производственной деятельности, таких как высокогорье, подводный шельф, авиация и космос. Это касается и необходимости умения человека справляться как с психической, стрессорной нагрузкой, так и с осуществлением быстрой мобилизации организма, пусть даже и кратковременной, при возникновении непредвиденных обстоятельств, аварийных ситуаций в условиях экстремальной внешней среды и при сложных условиях профессиональной деятельности. В частности, для оптимизации противоперегрузочных дыхательных маневров при ускорениях в авиации и при космических полетах. Весьма важно также развитие способности восприятия гипоксической и гиперкапнической атмосферы в замкнутых пространствах при подводных погружениях и в кабинах авиационных и космических аппаратов [11].

Медицинский аспект проблемы обусловлен все более широким внедрением в клинику различных дыхательных систем, самых разнообразных дыхательных упражнений, способствующих повышению резервов дыхательной системы и общему оздоровлению, преодолению целого ряда патологических состояний [9; 19], и основанных на произвольном контроле дыхания.

В спортивной практике произвольное управление вегетативными функциями может помочь решить основную задачу - повышение эффективности тренировочного процесса путем совершенствования механизмов адаптации к мышечным нагрузкам. С целью решения этой

задачи в настоящее время наблюдается интенсивный поиск новых средств, создающих дополнительный тренировочный раздражитель. Одним из путей повышения эффективности развития адаптации может явиться использование целого ряда нетрадиционных средств целенаправленного воздействия на определенные функциональные системы организма, в частности на дыхательную [6; 13; 14]. Воздействия непосредственно на функциональные системы организма обеспечивают создание необходимых условий для формирования оптимальных адаптационных перестроек, совершенствования адаптационных механизмов. В то же время эффективность произвольного управления вегетативными функциями, а значит и эффективность воздействия на них, возможно повысить за счет научения человека точно ощущать и оценивать сдвиги управляемых функций. Это позволит предельно точно контролировать дозировку и степень воздействия, а значит и с наибольшей эффективностью управлять процессом адаптации [11].

Исходя из вышеизложенного, способность оценивать сдвиги параметров дыхательной функции, пути совершенствования этой способности, приобретает особое значение, так как без нее невозможна разработка сколько-нибудь эффективных прикладных программ произвольного контроля дыхания. Кроме того, способность воспринимать сдвиги со стороны дыхательной функции может быть использована и непосредственно для индикации глубины физиологической нагрузки, например при специфической профессиональной подготовке, и особенно при мышечной тренировке в спорте. Овладение навыками произвольного контроля дыхания, развитие способности точно оценивать изменения параметров дыхательной функции, позволит осуществить максимально активное включение в процесс адаптации самого человека, что также будет способствовать повышению ее эффективности [11].

Имея в виду вышесказанное процесс оптимизации функциональной подготовки, совершенствования механизмов адаптации, в настоящее время и в ближайшем будущем может пойти по двум весьма перспективным направлениям, связанным с использованием как управления физиологическими функциями, так и с использованием самооценок сдвигов с их стороны:

1) Изыскание и разработка новых средств и методов специальной подготовки, которые могли бы создавать дополнительный тренировочный эффект и имеющие в своей основе навыки произвольного контроля вегетативных функций и;

2) Активное вовлечение в процесс адаптации самого человека на основе развития способности самооценки функционального состояния своего организма в целом, и отдельных функциональных систем, овладения навыками самодиагностики [11].

Обзор литературы показывает, что уже достаточно давно, наряду с теоретической разработкой проблемы [2], предпринимаются попытки и практического использования произвольного контроля дыхания с самыми различными целями [5; 6; 13].

Наиболее распространенной областью такого практического использования произвольного управления дыханием является оздоровление посредством различных дыхательных упражнений. Достаточно вспомнить систему специальных дыхательных упражнений йогов - пранаяму, известную с древности. В настоящее время эта система также пользуется большой популярностью, и культивируется как для оздоровления, так и при специальной подготовке, например в спорте [5; 16].

Думается, что в перспективе использование различных вариантов дыхательных упражнений будет расширяться, как и области их применения.

Еще более перспективным, на наш взгляд, является использование различных программ произвольного управления дыханием. Речь, прежде всего, идет о применении произвольного контроля дыхания в процессе специальной подготовки организма к экстремальным условиям жизни и деятельности человека.

Экстремальные условия некоторой профессиональной и спортивной деятельности требуют от дыхательной функции человека специфического приспособления паттерна дыхания. Например, при водолазном труде, когда человек вынужден осуществлять дыхание газовой смесью под высоким давлением, а значит при повышенном сопротивлении, оптимальный паттерн дыхания характеризуется медленными дыхательными потоками, при малой частоте и большой глубине дыхания [18]. Такой режим дыхания наиболее энергетически выгоден для организма, в то же время обеспечивая необходимые условия для газообмена. При спортивной деятельности параметры внешнего дыхания, вообще жестко регламентированы и должны согласовываться с определенными фазами движений. Достаточно вспомнить специфический характер дыхания пловцов при плавании [12; 15]. Конечно, в процессе такой деятельности, неизбежно происходят адаптационные перестройки паттернов дыхания у человека по принципу «самообучения» дыхательной системы [17]. Но, используя специальные мероприятия при произвольном контроле дыхательных движений, возможно, значительно ускорить этот процесс приспособления характера дыхания к экстремальным условиям и биомеханике движений.

Следует отметить, что особые условия деятельности, при том же подводном труде и при интенсивной мышечной работе в спорте, обуславливают не только специфический паттерн дыхания, но предъявляют повышенные требования к исполнительному аппарату

дыхательной системы - дыхательной мускулатуре. Функциональное состояние дыхательных мышц, их сила и выносливость, во многом определяют и лимитируют производительность дыхательной функции [4; 21]. Отсюда вытекает потребность повышения функционального состояния дыхательной мускулатуры. Удовлетворить эту потребность возможно также посредством произвольного управления дыхательными движениями, например, используя режимы произвольной гипервентиляции.

Далее, те же особые условия деятельности, требуют и высокой функциональной адаптации организма, высокой работоспособности и развития устойчивости к сдвигам во внутренней среде организма. Специальные исследования показали, что, произвольно модулируя параметры внешнего дыхания можно изменять и параметры внутренней среды организма [10], усугубляя, таким образом, сдвиги, возникающие при мышечной работе, можем получить дополнительный адаптогенный фактор [6; 14].

Таким образом, использование различных режимов произвольного контроля дыхания, может в значительной степени помочь оптимизировать функцию дыхания человека в соответствие с экстремальными условиями и спецификой деятельности.

Особое внимание, которое мы уделили именно произвольному управлению дыханием, обусловлено тем, что данная методика воздействия на организм не требует специального оборудования для ее реализации, во всяком случае, не требует его постоянного использования. Необходимо только провести первоначальное обучение, с тем, чтобы сформировать навык произвольного контроля дыхательными движениями, развить способность достаточно точно воспринимать и осознавать сдвиги со стороны дыхательной функции. Данные обстоятельства и обуславливают привлекательность произвольного управления дыханием как одного из перспективных методов воздействия на организм с теми или иными целями.

Вместе с тем, еще целый ряд методов и средств целенаправленной модификации состояний организма посредством влияний на дыхательную функцию может быть в высшей степени полезны и эффективны. Имеются в виду, прежде всего методы обуславливающие реакции дыхательной функции и всего организма в целом на различные затрудняющие, императивно создаваемые условия (функциональные нагрузки). Это условия высокогорья (гипоксическая гипоксия), дыхание газовыми смесями различного состава (гипоксическими, гиперкапническими и др.), дыхание через дополнительное «мертвое» пространство, создание увеличенного аэродинамического и эластического сопротивления дыханию и др. Все эти методы, в зависимости от задач, которые решаются при

специальной подготовке, могут быть использованы как в отдельности, так и в различных сочетаниях.

Список литературы

1. *Агаджанян Н.А., Гневушев В.В., Катков А.Ю.* Адаптация организма к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания. М.: Изд-во УДН, 1987. 186 с.
2. *Бреслав И.С.* Произвольное управление дыханием у человека. Л.: Наука, 1975. 152 с.
3. *Гора Е.П.* Физиологические эффекты произвольного управления дыханием: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1992. 34 с.
4. *Куракин М.А.* Утомление дыхательных мышц при стайерском беге // Теория и практика физической культуры. 1977. № 2. С. 20–23.
5. *Кучкин С.Н.* Дыхательные упражнения в спорте. Волгоград, 1991. 48 с.
6. *Кучкин С.Н.* Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) // Резервы дыхательной системы. Волгоград, 1999. С. 7–51.
7. *Малкин В.Б., Гора Е.П.* Физиологические эффекты произвольной задержки дыхания // Физиология человека. 1990. Т. 16, № 1. С. 118–126.
8. *Миняев В.И.* Произвольное управление дыханием // Физиология дыхания (Основы современной физиологии). СПб.: Наука, 1994. С. 500–523.
9. *Смирнов К.М.* Новые данные о дыхательных упражнениях // Вопросы физической культуры. Л., 1960. С. 7–13.
10. *Солопов И.Н.* Воздействие на эффективность вентиляции и газовый гомеостаз посредством произвольного управления дыханием при мышечной работе // Системные механизмы и управление специальной работоспособностью спортсменов. Волгоград, 1984. С. 126–138.
11. *Солопов И.Н.* Восприятие и произвольный контроль основных параметров внешнего дыхания у человека. Волгоград, 1998. 184 с.
12. *Солопов И.Н.* Дыхание при спортивном плавании. Волгоград, 1988. 52 с.
13. *Солопов И.Н.* Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов. Волгоград: ВГАФК, 2010. 346 с.
14. *Солопов И.Н.* Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека. Волгоград, 2004. 220 с.
15. *Фарфель В.С.* Управление движениями в спорте. Волгоград–М.: Физкультура и спорт, 1975. 207 с.
16. *Хеббар К.* Обучение индийским дыхательным упражнениям и их

- физиологическая характеристика: автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1971. 21 с.
17. Шук Л.Л. Основные принципы регуляции дыхания // Руководство по физиологии. Физиология дыхания. Л.: Наука, 1973. С. 39–43.
 18. Florio, J.T., Morrison J.B., Butt W.S. Breathing pattern and ventilatory response to carbon dioxide in divers // J. Appl. Physiol.: Respir. Environ. Exercise Physiol. 1979. Vol. 46. P. 1076–1080.
 19. Rothman, J.G. Effects of respiratory exercise on vital capacity and forced expiratory volume in children with cerebral palsy // Phys. Ther. 1978. Vol. 58. № 4. P. 421–425.
 20. Rotsztain, A., Haddad R., Canter H.G. Blood gas changes during voluntary hyperventilation in normal and disease states // Amer. Rev. Resp. Dis. 1970. Vol. 102. P. 205–210.
 21. Warren, G.L., Curethon J., Sparling P.B. Does lung function limit performance in a 24-hour ultramarathon? // Respir. Physiol. 1989. Vol. 78, № 2. P. 253–263.
 22. Waurick, S. Beitrag sur strukture der atmungsetenerung // Acta biol. et med. ger. 1975. Vol. 34. P. 883–890.

OPTIMIZATION OF ADAPTATION OF AN ORGANISM BY MEANS OF THE DIRECTED INFLUENCES ON RESPIRATORY FUNCTION

I.N.Solopov

Volgograd State Academy of Physical Training

Physiological aspects of use of various ways of influence on respiratory function with the purpose of acceleration and optimization of development of adaptedness of human organism to different extreme conditions of activity, first of all, to muscular loadings in sports, are examined in this work.

Keywords: *adaptation, extreme conditions, influences on respiratory function.*

Об авторах:

СОЛОПОВ Игорь Николаевич—доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии, ФГОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, д. 78, e-mail: solopov58@mail.ru