

УДК 612.766.1:796

СООТНОШЕНИЕ ОБЪЕМНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

И.Н. Солопов, А.И. Солопов

Волгоградская государственная академия физической культуры

Показано, что соотношение объемно-временных параметров паттерна дыхания, отражающее эффективность и экономичность функции внешнего дыхания, существенным образом различаются у представителей различных видов спорта и зависит от уровня функциональной подготовленности и спортивной квалификации спортсменов, как в условиях покоя, так и при выполнении мышечной работы различной мощности и в период восстановления.

Ключевые слова: экономичность внешнего дыхания, спортсмены.

Введение. Систематические занятия определенными физическими упражнениями спортивного характера постепенно совершенствуют строение организма путем развития тех или иных морфологических особенностей, обеспечивающих выполнение данного вида работы. Это, в свою очередь, увеличивает функциональную активность определенных тканей, органов и систем, способствует повышению экономичности функционирования и достижению более высоких спортивных результатов. В этом плане именно высокая экономизация функционирования организма выступает важнейшим фактором, определяющим и отражающим уровень подготовленности спортсмена в большинстве видов спорта [3; 6; 11].

Занятия спортом благотворно воздействуют на развитие аппарата внешнего дыхания и эффективность функционирования составляющих его звеньев: верхних дыхательных путей, воздухоносных путей: трахей, бронхов, легких и их конечных участков – альвеол, а также дыхательных мышц, обеспечивающих при мышечной работе соответствующий режим вентиляции и оптимальные условия для диффузии газов в легочные капилляры и в кровь.

В то же время выполнение интенсивной мышечной работы, весьма часто в течении весьма продолжительного времени, предъявляет повышенные требования к системе дыхания человека, ко всем ее звеньям, в том числе и к внешнему дыханию. В этом плане экономичность функционирования аппарата внешнего дыхания выступает в качестве фактора, определяющего и лимитирующего аэробную производительность, и в конечном итоге, физическую работоспособность спортсменов [4].

Под экономичностью внешнего дыхания понимает такое его качество, которое позволяет обеспечивать метаболические потребности организма за счет наименьшего усиления вентиляции, при самом большом метаболическом эффекте дыхательного цикла и наименьшей кислородной стоимости дыхательного аппарата. Повышение эффективности и экономичности внешнего дыхания при мышечной деятельности обусловлено следующими факторами: увеличением дыхательного объема, диффузионной поверхности и диффузионной способности легких, увеличением соотношения между альвеолярной вентиляцией и минутным объемом дыхания, вентиляцией и перфузией в легких [1].

В литературе отмечается, что экономичность функции дыхания обуславливается и выражается, в том числе, в рациональном (оптимальном) соотношении объемно-временных параметров паттерна дыхания [4; 5; 8]. Ряд исследователей [2; 7] считает, что при более редком и глубоком дыхании создаются наилучшие условия для газообмена. При этом энергетическая стоимость самих дыхательных движений минимизируется [4; 12].

Исходя из этого, очень часто производят анализ и сравнение таких параметров паттерна дыхания как частота дыхания и дыхательный объем в разные моменты выполнения мышечной работы. Изменения этих параметров нередко происходит разнонаправленно и оценить экономичность внешнего дыхания при их отдельном анализе бывает затруднительно.

Вследствие этого мы сочли целесообразным для характеристики экономичности внешнего дыхания ввести специальный коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, выражающийся в отношении величины дыхательного объема к величине частоты дыхания (V_t/f_b). Цифровое выражение этого отношения (условные единицы) будет увеличиваться при увеличении дыхательного объема или снижении частоты дыхания, что будет свидетельствовать об увеличении экономичности внешнего дыхания. И, наоборот, при снижении величины дыхательного объема и учащении дыхания – этот коэффициент уменьшаться, отражая тем самым снижение экономичности дыхательного акта [11].

Полагаем, что данный коэффициент более удобен для оценки эффективности и экономичности внешнего дыхания, чем показатели частоты дыхания и дыхательного объема по отдельности.

В этом плане, весьма интересно выяснить показатели данного коэффициента у спортсменов различной подготовленности и спортивной специализации, в условиях покоя, разные периоды выполнения мышечной работы и в период восстановления. Выяснения данных вопросов и явилось задачей настоящего исследования.

Методика. Для решения поставленной задачи был осуществлен

сравнительный анализ коэффициента их соотношения частоты дыхания и величины дыхательного объема (V_T/fb) в условиях покоя, в процессе мышечной работы различной мощности и в период восстановления у спортсменов различных специализаций (бег, плавание, футбол), одинакового возраста и уровня функциональной подготовленности и у спортсменов футболистов трех возрастно-квалификационных групп футболистов: III-II спортивного разряда, 13-14 лет, I разряда, 15-16 лет и КМС-МС, 17-20 лет.

Всем участникам исследования предлагалось выполнить мышечную нагрузку при трех уровнях мощности, которая дозировалась по величине индивидуальной ЧСС: 1 нагрузка – ЧСС = 120 – 150 уд/мин.; 2 нагрузка – ЧСС = 150 – 170 уд/мин.; 3 нагрузка – ЧСС \geq 180 уд/мин. (максимальная). После окончания выполнения физической нагрузки регистрировались все изучаемые показатели в течение 5 минут восстановления.

Регистрация параметров внешнего дыхания осуществлялась посредством метабалографа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)».

Результаты и обсуждение. В табл. 1 представлен коэффициент соотношения объёмно – временных параметров паттерна дыхания у представителей различной специализации: футбола, плавания, бега.

Сравнение этого коэффициента показывает, что он оказался наибольшим у пловцов, несколько меньше у бегунов и на самом низком уровне – у футболистов. Это в полной мере отражает более эффективное и экономичное соотношение объёмно – временных параметров паттерна дыхания у пловцов в состоянии покоя по отношению к представителям других видов спорта.

Из представленных данных можно видеть, что при стандартной физической нагрузке более выгодное соотношение объёмно – временных параметров внешнего дыхания наблюдается у представителей плавания, по сравнению с бегунами, и особенно – с футболистами. Сравнение изучаемого показателя при выполнении кратковременной мышечной нагрузки максимальной мощности показало также его существенное преимущество у представителей плавания, относительно представителей других видов спорта.

На наш взгляд это обстоятельство обусловлено условиями выполнения мышечной работы в водной среде. Как известно спортивное плавание сопряжено с выполнением дыхательных движений при довольно большом гидростатическом давлении на грудную клетку, что обуславливает ограничение её экскурсии [9; 10]. Это приводит к определённому уменьшению уровня легочной вентиляции, что в свою очередь неизбежно приводит к повышению показателей эффективности и экономичности. В литературе отмечается, что в условиях водной среды дыхание у человека характеризуется увеличением дыхательного объёма при снижении частоты дыхательных циклов, что обеспечивает

снижение скоростей дыхательных потоков, и тем самым снижение энергетической стоимости дыхательных движений [7; 10].

Таблица 1

Показатели коэффициента соотношения
объемно–временных параметров паттерна дыхания
у спортсменов различной специализации($X \pm m$)

Показатели	Специализация		
	футбол (n = 25)	плавание (n = 18)	бег (n = 17)
$V_T/fb_{\text{покоя}}$, у.е.	$36,3 \pm 4,7$	$51,1 \pm 7,3$	$48,0 \pm 6,2$
V_T/fb_{W_1} , у.е.	$39,4 \pm 3,1$	$52,1 \pm 4,2$	$50,9 \pm 6,7$
V_T/fb_{max} , у.е.	$40,8 \pm 2,2$	$64,4 \pm 4,2$	$41,9 \pm 2,4$
V_T/fb_{B_1} , у.е.	$51,7 \pm 3,0$	$87,1 \pm 6,5$	$65,0 \pm 7,1$
V_T/fb_{B_5} , у.е.	$25,7 \pm 2,0$	$70,8 \pm 9,3$	$51,9 \pm 5,6$

Сравнительный анализ коэффициента экономичности и эффективности у спортсменов разной специализации в восстановительном периоде показывает, что у футболистов соответствующий коэффициент (V_T/fb) находится на самом низком уровне, по сравнению с величиной этого показателя у бегунов и особенно у пловцов.

В табл. 2 представлены средние величины коэффициента соотношения объемно–временных параметров паттерна дыхания у спортсменов, специализирующихся в футболе и имеющих различный уровень специальной спортивной подготовленности.

Можно видно, что в состоянии покоя наибольшая величина коэффициента соотношения объемно–временных параметров внешнего дыхания отмечается у спортсменов, имеющих более высокую спортивную подготовленность.

При мышечной работе, как стандартной, так и максимальной мощности, наблюдается закономерное увеличение данного показателя от одной квалификационной группы к другой.

Известно, что с ростом квалификации дыхание при мышечной работе становится более редким и более глубоким. Основным механизмом этого обстоятельства является процесс экономизации функции [1; 5; 9; 10; 11]. Причиной этого может являться то, что у спортсменов старших разрядов наблюдается более значительное включение резервов мобилизации дыхательной системы, что отражается в углублении дыхания при мышечной работе, достигающего уровня 50% от ЖЕЛ и более [8], а это способствует наилучшей эффективности газообмена в лёгких при мышечной работе, что также характерно для спортсменов более высокой подготовленности.

В период восстановления величина изучаемого показателя также оказывается наибольшей у спортсменов имеющих III – II спортивный

разряд, так как легочная вентиляция вынужденно ещё сохраняется на высоком уровне, а значит и величина дыхательного объема остается весьма значительной. Это вполне закономерно, так как менее квалифицированные спортсмены имеют более длительный период респираторной декомпенсации после выполнения физической нагрузки, особенно максимальной мощности, что и обуславливает более длительное время поддержания высокого уровня легочной вентиляции по сравнению с более подготовленными спортсменами.

Таблица 2

Показатели коэффициента соотношения
объемно – временных параметров паттерна дыхания
у спортсменов (футбол) различной квалификации ($X \pm m$)

Показатели	Квалификация		
	III – II разряд (n = 22)	I разряд (n = 18)	КМС – МС (n = 16)
$V_T/fb_{\text{покоя}}$, у.е.	$32,3 \pm 5,8$	$33,2 \pm 6,0$	$35,8 \pm 4,4$
$V_T/fb W_1$, у.е.	$32,5 \pm 2,9$	$36,7 \pm 3,6$	$41,9 \pm 5,9$
V_T/fb_{max} , у.е.	$35,9 \pm 4,4$	$39,6 \pm 2,2$	$44,3 \pm 3,3$
$V_T/fb B_1$, у.е.	$48,1 \pm 5,0$	$52,1 \pm 3,3$	$51,5 \pm 4,8$
$V_T/fb B_5$, у.е.	$40,6 \pm 5,3$	$24,5 \pm 2,3$	$29,2 \pm 3,5$

Обнаруженные различия в величине коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания у спортсменов различного уровня подготовленности и адаптированных к мышечной работе с различным паттерном локомоций, по-видимому обуславливаются индивидуальными характеристиками базального паттерна дыхания [2], структура которого определяется как анатомическим строением аппарата внешнего дыхания, так и особенностями его регуляции в условиях покоя. Эти индивидуальные особенности паттерна дыхания (соотношение объемно-временных параметров) в большей мере детерминируются генетически, хотя и подвержены определенным перестройкам, вызываемым условиями длительного воздействия, например условиями среды, или многолетней спортивной тренировкой [2; 7; 10].

Список литературы

1. Антимова В.А. Эффективность внешнего дыхания при напряженной мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1976. 24 с.
2. Бреслав И.С. Паттерны дыхания: Физиология, экстремальные состояния, патология. Л.: Наука, 1984. 205 с.
3. Гулида О.М. Аэробная экономичность в факторной структуре функциональной подготовки спортсменов // Мед. пробл. физ. культуры. 1986. № 10. С. 79–81.

4. Кучкин С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Казань, 1986. 48 с.
5. Кучкин С.Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) // Резервы дыхательной системы. Волгоград, 1999. С. 7–51.
6. Летунов С.П. О некоторых путях повышения функциональных возможностей организма в процессе спортивной тренировки // Теория и практика физической культуры. 1967. № 12. С. 34–38.
7. Майлс С. Подводная медицина. М.: Медицина, 1971. 328 с.
8. Михайлов В.В., Панов Г.М. Тренировка конькобежца-многоборца. М.: Физкультура и спорт, 1975. 227 с.
9. Солопов И.Н. Дыхание при спортивном плавании. Волгоград, 1988. 52 с.
10. Солопов И.Н., Бакулин С.А. Физиология спортивного плавания. Волгоград, 1996. 84 с.
11. Солопов И.Н. Функциональная экономизация у спортсменов различной специализации // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. Волгоград, 2007. Вып. 3. С. 45–56.
12. Grimby G. Respiration as a limiting factor of working // Pneumonologie, 1976. Bd 5. P. 11–16.

**THE PARITY IS VOLUMETRIC-TIME PARAMETERS
OF EXTERNAL BREATHING OF SPORTSMEN OF VARIOUS
QUALIFICATION AND SPECIALIZATION**

I.N.Solopov, A.I.Solopov

Volograd State Academy of Physical Training

It is shown, that the parity of volumetric-time parameters of a pattern of the breath, reflecting efficiency and profitability of function of external breath is significantly differ at representatives of various kinds of sports and depends on a level of functional readiness and sports qualification of sportsmen, both in conditions of rest, and at performance of muscular work of various capacity and during recovery.

Keywords: *profitability of external breath, sportsmen.*

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

СОЛОПОВ Арсений Игоревич—кандидат биологических наук, преподаватель кафедры спортивной медицины, ФГОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, д. 78, e-mail: solopov58@mail.ru