

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.21

DOI: 10.26456/vtbio428

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ

Р.В. Наумов

Пензенский государственный университет, Пенза

В статье характеризуется связь сформированности показателей внешнего дыхания со специализацией студентов-спортсменов в состоянии покоя. Описан эксперимент, проводимый среди студентов-спортсменов разных специализаций, а также студентов, занимающихся спортом любительски. Показатели внешнего дыхания (ДО, ЧД, МОД, ЖЕЛ, $RO_{вд}$, $RO_{выд}$, ФЖЕЛ, ОВФ, МВЛ) определялись с помощью спирографа. В ходе эксперимента в первую очередь было установлено, что исследуемые характеристики имеют большие значения среди профессионально занимающихся спортом студентов, чем у спортсменов-любителей. Кроме того, высокие показатели внешнего дыхания установлены у пауэрлифтингистов, игроков, легкоатлетов, спортсменов занимающихся боевыми искусствами. Меньшую сформированность функциональных показателей внешнего дыхания удалось обнаружить у пловцов и гимнастов, что можно объяснить наличием в данных группах девушек, а также начальной квалификацией спортсменов-пловцов.

Ключевые слова: дыхание, внешнее дыхание, спирография, жизненная емкость легких, дыхательный объем, частота дыхания, минутный объем дыхания, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха, форсированная жизненная емкость легких, объем форсированного выдоха, максимальная вентиляция легких, профессиональные спортсмены, спортсмены-любители.

Введение. Дыхание – это важнейший физиологический процесс, необходимый для насыщения всех тканей, органов и систем кислородом. Благодаря дыханию происходят процессы окисления в организме (Пожарова и др., 2019).

Дыхание является сложным многостадийным процессом. Во многих источниках дыхание делится на пять основных этапов: внешнее дыхание, газообмен в легких, транспорт газов, газообмен в тканях и тканевое дыхание (Переверзева, 2021). Каждый из этапов необходим для нормального функционирования всего организма человека. Однако, без внешнего дыхания невозможно протекание всех последующих

процессов. Исследователи утверждают, что одним из важнейших показателей состояния спортивной работоспособности является функциональное состояние системы внешнего дыхания (Гуцол, 2014; Хлебников, 2020). Влияние физических нагрузок разной интенсивности на организм человека отражается в первую очередь на кардио-респираторной системе, поскольку данная система обеспечивает адаптацию организма к различным воздействиям и отражает динамику восстановительных процессов. Поэтому оценка внешнего дыхания является важнейшим показателем работы дыхательной системы (Солопов, Солопов, 2013).

Целью работы является изучение функциональных показателей внешнего дыхания у студентов-спортсменов разной специализации в состоянии покоя.

Методика. Исследование проводилось на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». В эксперименте принимали участие студенты разных спортивных направлений: пауэрлифтинг, легкая атлетика, плавание, боевые искусства, игровые виды спорта, гимнастика, а также студенты, занимающиеся спортом любительски (походы в залы для поддержания формы тела). В каждой группе было 10 студентов, следовательно, общее количество участников эксперимента – 70 человек.

Методы исследования:

- 1) теоретические (анализ научной литературы по теме исследования, ее систематизация и обобщение);
- 2) практические (наблюдение, эксперимент с применением спирографа, математическая и графическая обработка данных).

В ходе организации эксперимента для изучения показателей внешнего дыхания применялся спирограф СМП-21/01-«Р-Д». Оценка результатов записывалась с помощью спирограммы. Эксперимент проводился в спокойной обстановке и безболезненно для экспериментируемого, так как не предполагает использования каких-либо препаратов или дополнительных нагрузок. Спирография является основным методом оценки состояния функций внешнего дыхания. Использование данного метода позволило определить показатели внешнего дыхания, представленные в таблице 1 (Каменева и др., 2023).

Приведенные в таблице 1 нормальные значения характерны для взрослого человека, но у тренированного спортсмена могут превышать эти значения.

Экспериментальная группа студентов подбиралась по возрасту и специализации, о которой говорилось выше. Все участники эксперимента имеют возраст 18–21 год, соответственно, с физиологических позиций их можно отнести в одну возрастную группу.

Таблица 1

Показатели внешнего дыхания, определяемые у студентов при помощи
спирографа

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Характеристика	Норма
Дыхательный объем	ДО	л	Количество вдыхаемого и выдыхаемого воздуха	0,3-0,8
Частота дыхания	ЧД	цик/мин	Общее число дыхательных движений в единицу времени	16-18
Минутный объем дыхания	МОД	л/мин	Объем вдыхаемого или выдыхаемого воздуха за единицу времени	4-6
Жизненная емкость легких	ЖЕЛ	л	Максимальное количество воздуха, который человек может выдохнуть после максимально глубокого вдоха	3-5
Резервный объем вдоха	РО _{вд.}	л	Количество воздуха, которое можно дополнительно вдохнуть после нормального вдоха	1,5-2,5
Резервный объем выдоха	РО _{выд.}	л	Количество воздуха, которое можно максимально выдохнуть после	1-1,5

			нормального выдоха	
Форсированная жизненная емкость легких	ФЖЕЛ	л	Максимальный объем воздуха, выдыхаемый форсированно после полного глубокого вдоха	2,5-3,5
Объем форсированного выдоха	ОФВ	л	Объем воздуха, который можно выдохнуть за первую секунду выполнения маневра форсированной ЖЕЛ	1,4-4,2
Максимальная вентиляция легких	МВЛ	л/мин	Максимальный объем воздуха, который человек может вдыхать и выдыхать за единицу времени (мин)	40-120

Большая часть участников исследования – юноши (76%–55 человек), так как в целом в Институте преобладающей массой студентов являются юноши. Девушек больше всего в группе гимнастов, среди которых 5 человек – девушки – художественные гимнастки, и столько же юношей – спортивных гимнастов. 5 человек девушек присутствовало в группе легкоатлетов, 2 студентки занимаются любительским спортом и еще 3 плаванием. Оставшаяся часть групп участников эксперимента представлена только юношами (игровики, пауэрлифтингисты, спортсмены, занимающиеся боевыми видами искусства).

Результаты и обсуждение. В таблице 2 отражены результаты изучения функциональных показателей внешнего дыхания у студентов-спортсменов разной специализации. В таблице отражены средние значения показателей.

На рисунке 1 представлен график выраженности конкретных функциональных показателей внешнего дыхания среди спортсменов разных специализаций.

Полученные данные указывают на то, что показатели внешнего дыхания в целом сильнее выражены у студентов, профессионально занимающихся спортом. У студентов, занимающихся любительским спортом показатели находятся в пределах нормы, однако же в значительной мере отличаются от показателей спортсменов.

Таблица 2

Результаты изучения показателей внешнего дыхания у студентов-спортсменов

Показатель	Спортивная специализация						
	Пауэрлифтинг	Боевые искусства	Плавание	Игровые виды спорта	Гимнастика	Легкая атлетика	Любительский спорт
ДО	3,87	1,58	2,93	2,14	1,7	1,32	0,78
ЧД	13	17	12	16,3	15	17,5	22
МОД	50,31	26,86	35,64	34,8	25,5	23,5	17,16
ЖЕЛ	6,2	5,82	4,15	7,14	4,96	5,64	4,1
РО _{вд.}	3,6	3,73	3,22	3,68	3,02	2,7	1,6
РО _{выд.}	1,86	1,74	1,32	2,26	1,57	1,8	1,1
ФЖЕЛ	5,99	5,05	5,22	6,43	4,42	5,01	3,44
ОФВ	5,99	4,6	4,81	3,96	3,97	4,55	2,6
МВЛ	211,5	170,25	183	147,27	153,8	166,05	72,6

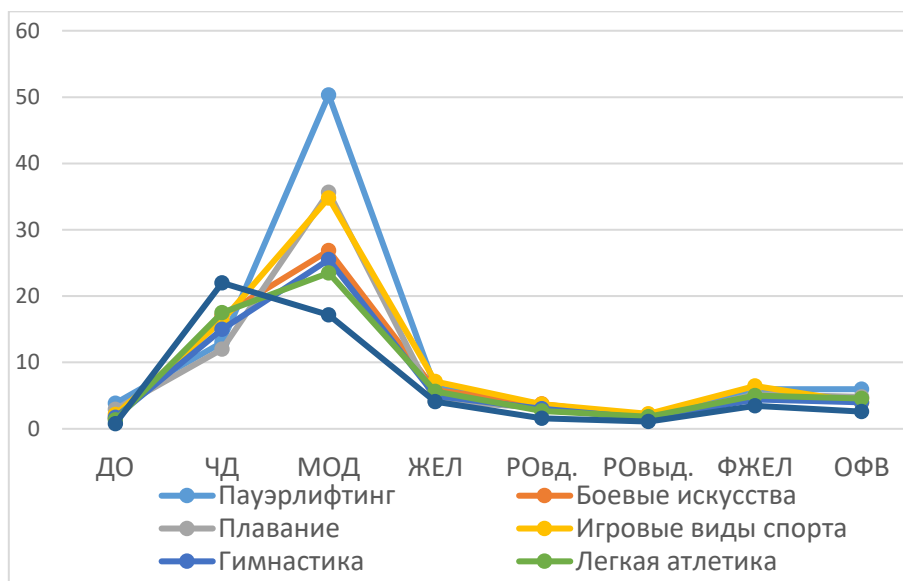


Рис. 1. Показатели внешнего дыхания у студентов разных спортивных специализаций

В научной литературе (Баранова и др., 2013; Переверзева, 2021) описано, что у хорошо тренированных спортсменов аппарат дыхания работает более рационально, чем у нетренированных, дыхание глубже и ритмичнее. Эта более совершенная деятельность дыхания выражается в следующем. Легочная вентиляция увеличивается вследствие углубления дыхания. Подвижность грудной клетки и диафрагмы увеличивается. Более совершенный процесс дыхания благоприятно влияет и на кровообращение.

Дыхательный объем и частота дыхания напрямую связаны друг с другом, так как отношение этих показателей характеризует минутный объем дыхания. Данная величина у спортсменов в значительной степени превышает норму здорового взрослого человека. Так, если у нетренированного человека данная величина составляет от 4 до 6 л/мин, то у спортсменов она может превышать 150 л/мин, особенно в период интенсивной физической нагрузки. При этом, чаще всего, у спортсменов дыхательный объем преобладает над частотой дыхания, а у нетренированных лиц – наоборот.

В нашем случае у спортсменов, занимающихся спортом профессионально, ДО значительно превышает норму здорового взрослого человека, которая составляет 0,3–0,8 л. У игроков, гимнастов, легкоатлетов и спортсменов, занимающихся боевыми искусствами, дыхательный объем превышает верхнюю границу нормы нетренированного человека практически в 2 раза, у пловцов – более чем в 3 раза, а у пауэрлифтингистов – практически в 5 раз. При этом, при низких значениях частоты дыхания относительно обычного здорового человека, МОД именно из-за большого дыхательного объема превышает норму. У хорошо тренированных спортсменов частота дыханий уменьшается, что дает экономию в работе дыхательной мускулатуры, становящейся более сильной и выносливой. У спортсменов-любителей, наоборот, МОД достигает высоких значений за счет большего количества частоты дыхательных движений.

Жизненная емкость легких также выше у профессиональных спортсменов, нежели у спортсменов-любителей. При этом самые высокие значения данного показателя характерны для пауэрлифтингистов, игроков, легкоатлетов, спортсменов, занимающихся боевыми искусствами. Стоит отметить, что среди игроков самые высокие показатели ЖЕЛ были выявлены среди хоккеистов. В целом, норма ЖЕЛ для обычного человека составляет 3–5 л, а у спортсменов может достигать 7 л. При этом, после физических нагрузок эта величина увеличивается. В группах пловцов, гимнастов и спортсменов-любителей уровень ЖЕЛ находится в пределах нормы, и ближе к верхнему ее пределу. Несмотря на то, что в большинстве

литературных источников указывается о значительно высоком уровне жизненной емкости у тренированных людей, занимающихся циклическими видами спорта, в нашем случае у пловцов был выявлена относительно невысокая величина данного показателя. На наш взгляд это можно объяснить тем, что в данной группе есть студенты, начавшие заниматься плаванием профессионально относительно недавно, и девушки, физиологические показатели которых сравнительно ниже юношей.

Литературные данные также показывают, что показатели функции внешнего дыхания и максимальная сила сокращений дыхательных мышц спортсменов, тренирующих выносливость (пловцы, волейболисты, баскетболисты, футболисты, хоккеисты,) существенно выше, чем в общей популяции мужчин соответствующего возраста и антропометрических параметров, поэтому неудивительно, что у игровиков исследуемые показатели выше, чем норма у обычного человека (Коц, 1986; Чинкин и др., 2016; Сегизбаева и др., 2021).

Резервный объем вдоха у спортсменов также выше, чем у обычного нетренированного человека, и в среднем составляет 50–60 % от жизненной емкости легких. Соответственно, как и ЖЕЛ, данный показатель выше у пауэрлифтингистов, игровиков, легкоатлетов, спортсменов, занимающихся боевыми искусствами. Резервный объем выдоха составляет 30–40 % от ЖЕЛ и прямо коррелирует вместе с резервным объемом вдоха. Самые низкие значения резервного объема вдоха и выдоха у спортсменов-любителей, они соответствуют норме нетренированного человека.

Форсированная жизненная емкость легких является важным функциональным показателем процесса внешнего дыхания, так как ее величина характеризует эластичность оболочек и мышц легких, а также проводимость бронхов. Обычно этот показатель составляет около 80 % от ЖЕЛ, в норме может достигать 3,5 л, но у спортсменов превышает эти значения. В нашем исследовании этот показатель соответствует норме и характеризует хорошую работу легких во всех исследуемых группах спортсменов. Меньшая величина ФЖЕЛ обнаружена у спортсменов-любителей, но она все-таки находится в пределах нормы.

Объем форсированного выдоха у профессионально занимающихся спортсменов в ходе исследования превысил нормальные значения у обычных нетренированных людей. При этом среди спортсменов самая высокая величина этого показателя была выявлена у пауэрлифтингистов, так как данный вид спорта развивает как силу, так выносливость и в целом мускулатуру. Практически одинаковое значение ОФВ у пловцов, спортсменов, занимающихся боевыми искусствами, и легкоатлетов. Приближенные к верхней границы нормы

значения ОФВ проявилась у игроков и гимнастов. Самая низкая величина данного показателя проявилась у спортсменов, занимающихся спортом любительски.

На рисунке 2 отражена сформированность максимальной вентиляции легких среди спортсменов разных специализаций.

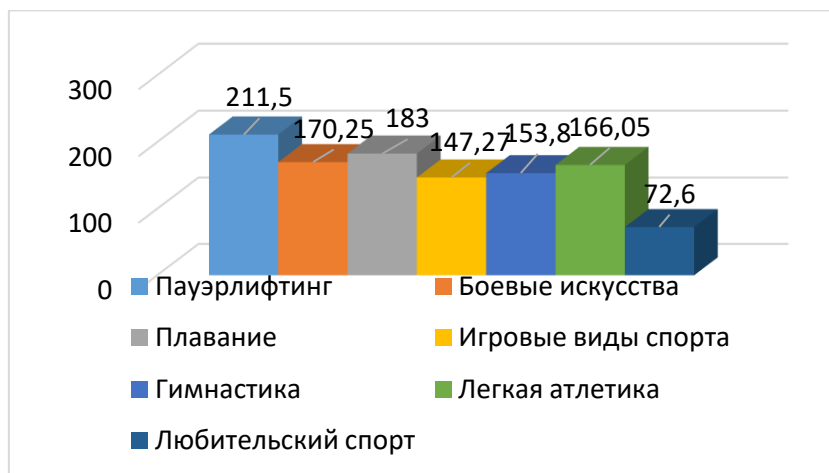


Рис. 2. Величина МВЛ (л/мин) среди спортсменов разной специализации

Максимальная вентиляция легких у нетренированного человека обычно не превышает 70 л/мин, однако в литературных источниках можно найти величину до 120 л/мин. У тренированных людей этот показатель может достигать 220 л/мин. Он напрямую зависит от пола, возраста и состояния здоровья. Так, у девушек высокой спортивной квалификации он не может превышать 130 л/мин. В ходе эксперимента самые высокие показатели МВЛ выявлены у пауэрлифтингистов, пловцов, гимнастов и легкоатлетов. Так как каждый из этих видов формирует силу и выносливость, дыхательная система также имеет высокое развитие, сами легкие эластичны и бронхи имеют высокую проводимость. Немного меньшую величину этот показатель имеет у игроков и спортсменов, занимающихся боевыми искусствами. У спортсменов-любителей показатель максимальной вентиляции легких практически в 2-3 раза меньше, чем у других участников эксперимента, что говорит о низком развитии функциональных показателей легких в целом у малотренированных людей.

Заключение. В целом, в ходе исследования было установлено, что уровень тренированности напрямую влияет на сформированность функциональных показателей внешнего дыхания. По большинству показателей пауэрлифтингисты имеют более развитые легкие. У

спортсменов, тренирующих выносливость, динамические показатели функции внешнего дыхания значительно выше, чем у спортсменов, тренирующих силу. У пауэрлифтингистов показатели выше в связи с тем, что они развивают как силу, так и выносливость. Незначительно ниже показатели сформированы у игроков, легкоатлетов и спортсменов, занимающихся боевыми искусствами. По многим показателям отстают пловцы и гимнасты, но это можно объяснить наличием в данных группах девушек. У женского пола многие показатели в связи с физиологическими особенностями ниже, чем у юношей, а также тем, что среди пловцов есть спортсмены, тренирующиеся профессионально относительно недавно. Самые низкие показатели внешнего дыхания у спортсменов-любителей, так как они имеют низкую тренированность и занимаются спортом в основном для поддержания формы тела.

Список литературы

- Баранова Е.А., Капилевич Л.В. 2013. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов // Вестник Томского государственного университета. № 374. С. 152–155.
- Каменева М.Ю., Черняк А.В., Айсанов З.Р., Авдеев С.Н., Бабак С.Л., Белевский А.С., Берестень Н.Ф., Калманова Е.Н., Малявин А.Г., Перельман Ю., Приходько А.Г., Стручков П.В., Чикина С.Ю., Чушкин М.И. 2023. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов // Пульмонология. № 3. С. 307–340.
- Коц Я.М. 1986. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт. 239 с.
- Переверзева С.Э. 2021. Влияние физических упражнений на дыхательную систему // Постулат. № 6 (68). Режим доступа: <https://e-postulat.ru/index.php/Postulat/issue/view/79>.
- Пожарова Г.В., Федотова Г.Г., Гераськина М.А. 2019. Физиология физической культуры и спорта: учебно-методическое пособие. Саранск: МГПИ им. М.Е. Евсевьева. 171 с.
- Сегизбаева М.О., Александрова Н.П. 2021. Адаптационные изменения функции внешнего дыхания у спортсменов различных специализаций // Физиология человека. № 5. С. 87–94.
- Солопов И.Н., Солопов А.И. 2013. Соотношение объемно-временных параметров внешнего дыхания у спортсменов различной квалификации и специализации // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». Выпуск 29. №2. С. 250–256.
- Физиологические и патофизиологические аспекты внешнего дыхания. 2014 / Л. О. Гуцол [и др.]. Иркутск: ИГМУ. 116 с.
- Хлебников В.А. 2020. Функции дыхательной системы при занятиях физическими упражнениями // Наука и образование: поиск новых перспектив в условиях пандемии COVID-19: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Белгород: Изд-во ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ). С. 77–82.
- Чинкин А.С., Назаренко А.С. 2016. Физиология спорта: учебное пособие. М.: Спорт. 120 с.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF EXTERNAL RESPIRATION INDICATORS IN STUDENT-ATHLETES

R.V. Naumov

Penza State University, Penza

The article examines the relationship between the development of external respiratory parameters and the athletic specialization of students at rest. The study involved student athletes representing various sports disciplines, as well as students engaged in recreational (non-competitive) physical activity. External respiratory parameters—including tidal volume (TV), respiratory rate (RR), minute ventilation (MV), vital capacity (VC), inspiratory reserve volume (IRV), expiratory reserve volume (ERV), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume (FEV), and maximal voluntary ventilation (MVV)—were measured using spirometry. The experimental findings primarily demonstrated that professionally trained student athletes exhibited significantly higher values of these respiratory parameters compared to their amateur counterparts. Elevated external respiratory capacities were particularly evident among powerlifters, team-sport athletes, track-and-field athletes, and practitioners of martial arts. Conversely, comparatively lower functional development of external respiratory parameters was observed in swimmers and gymnasts. This difference may be attributed to the higher proportion of female participants in these groups, as well as the relatively low competitive qualification level among the swimmers included in the study.

Keywords: *respiration, external respiration, spirometry, vital capacity of the lungs, respiratory volume, respiratory rate, minute volume of respiration, inspiratory reserve volume, expiratory reserve volume, forced vital capacity of the lungs, forced expiratory volume, maximum ventilation of the lungs, professional athletes, amateur athletes.*

Об авторе

НАУМОВ Роман Валерьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Теоретические основы физической культуры и спорта» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», 440026, Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: www.naumov_roman@mail.ru.

Наумов Р.В. Сравнительная характеристика показателей внешнего дыхания у студентов-спортсменов / Р.В. Наумов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 4(80). С. 7–16.

Дата поступления рукописи в редакцию: 13.05.25

Дата подписания рукописи в печать: 01.12.25