

Э.Ю. Ткаченко, Е.С. Баева

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ГИПОКСИИ

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. нормальной физиологии

Резюме. Методами спирометрии и пульсоксиметрии проведено исследование эффективности внешнего дыхания студентов в условиях кратковременной гипоксии. Установлено, что основные показатели кардиореспираторного статуса студентов находятся в пределах нормы; их изменения соотносятся с условиями опыта – физическая работа, задержка дыхания. Выявлено, что для обследуемых студентов характерно напряжение аппарата внешнего дыхания, что проявляется в повышенном значении частоты дыхательных движений и дыхательного объема. Обучающимся рекомендуются регулярные занятия физической активностью, а также соблюдение здорового образа жизни для поддержания кардиореспираторного статуса на должном уровне.

Ключевые слова: студенты, внешнее дыхание, спирометрия, пульсоксиметрия, гипоксические пробы.

Актуальность. В настоящее время болезни органов дыхания являются актуальной клинической и социальной проблемой [1,2]. В свете последних событий становится очевидно, что дыхательная система очень уязвима к действию различных патологических раздражителей. В этой связи состояние органов дыхательной системы человека нуждается в постоянном мониторинге. Дыхание – жизненно важный процесс поддержания нормального функционирования всех уровней организации организма. Кислород, поступающий с вдыхаемым воздухом, на тканевом митохондриальном уровне действует как важный медиатор высвобождения энергии АТФ. Главный побочный продукт этого процесса – углекислый газ, попадая в венозную кровь, возвращается в легкие. Диффундируя через альвеолярные стенки, он растворяется в выдыхаемом воздухе и выводится из организма [2]. Частота дыхания при этом определяется оптимальным количеством необходимой энергии, поэтому данный процесс регулируется сложной системой дыхательного центра, системой крови и дыхательных мышц. В условиях гипоксии частота и глубина дыхания человека компенсаторно увеличиваются в ответ на недостаток кислорода. Тесты по задержке дыхания на вдохе и на выдохе, используемые в клинической практике для выявления функциональных резервов организма человека, позволяют оценить и степень его толерантности к гипоксическим состояниям [3,4]. Представляло интерес провести исследование функциональных возможностей дыхательной системы студентов в условиях кратковременной гипоксии.

Материал и методы исследования. В работе нами обследовано 30 студентов в возрасте 18-20 лет с нормальным индексом массы тела. В начале исследования было проведено анкетирование на предмет вовлеченности обследуемых в занятия физической активностью, их отношении к курению, перенесенным заболеваниям. Данные анкеты учитывались при трактовке результатов. Проводилось изучение функционального состояния аппарата внешнего дыхания студентов, оценка его эффективности и физической выносливости. Студентами выполнялись гипоксические

тесты по задержке дыхания на вдохе и на выдохе, физическая активность в виде 20 приседаний за 30 секунд. Используются методы спирометрического обследования и пульсоксиметрии. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием прикладных пакетов Microsoft Excel.

Полученные результаты и их обсуждение. Исследование исходных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной системы студентов – частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления, показателей спирограммы – не выявило их отклонений от нормы (рис. 1).

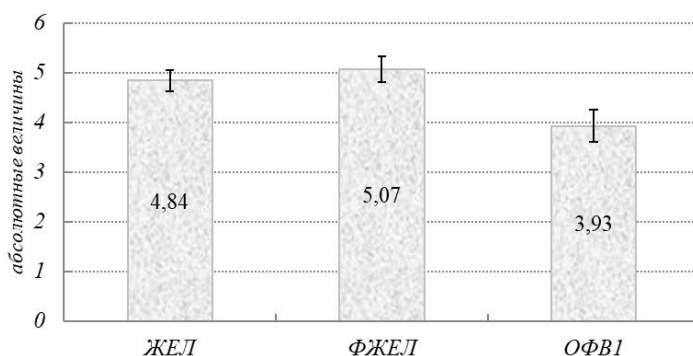


Рис. 1. Некоторые показатели спирограммы студентов

Средние значения по задержке дыхания, а также показатели изменения пульса при проведении данных проб представлены на рис. 2. Как следует из полученных данных, физическая нагрузка способствовала достоверному повышению, а выполнение гипоксических проб – снижению ЧСС студентов.

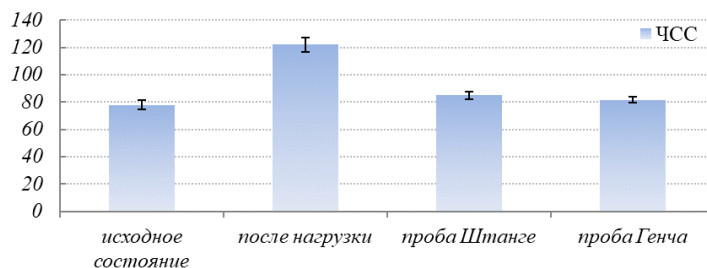


Рис. 2. Показатели частоты сердечных сокращений студентов в покое и после выполнения нагрузки и дыхательных проб

Оксигеметрия представляет собой фотоэлектрический метод определения степени насыщения крови кислородом [3]. Обследуемым предлагалось максимально задержать дыхание сначала на вдохе, затем на выдохе. Отмечалось время, необходимое для восстановления показателя насыщения кислородом. Затем проводилась физическая нагрузка в виде приседаний. Анализ полученных данных показал, что выполнение гипоксических проб способствует достоверному снижению показателя сатурации кислорода относительно контроля. Повышение физической активности студентов не дало достоверного изменения данного параметра (рис. 3).

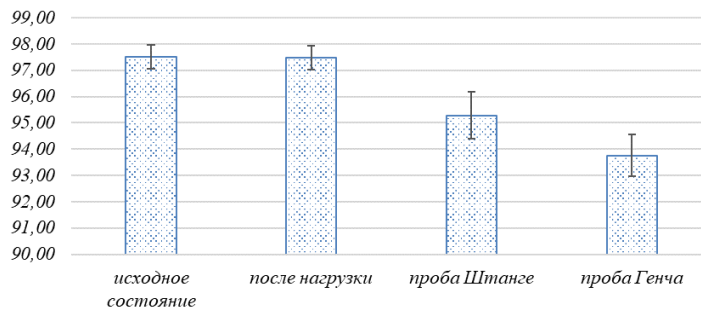


Рис. 3. Показатели сатурации крови кислородом до и после выполнения проб

Результаты анализа частоты и минутного объема дыхания, данных проб Штанге, оценивающих уровень гипоксической устойчивости, позволяют заключить, что для испытуемых характерны нормальные значения указанных параметров: частота дыхания – $19 \pm 1,09$ в минуту; МОД – $20,8 \pm 1,88$ литра; проба Штанге – $72 \pm 0,6$ сек; дыхательный объем – $1,08 \pm 0,17$ литра; показатель реакции – $1,4 \pm 0,07$ усл. ед.

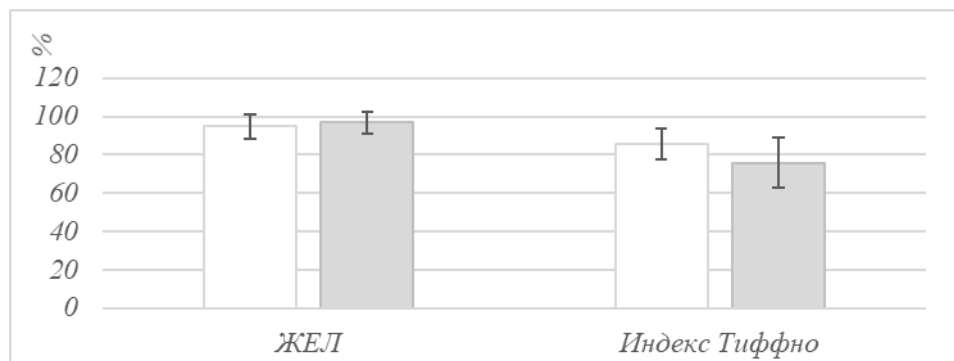


Рис. 4. Жизненная емкость и Индекс Тиффно обследуемых до и после проведения проб

Задержка дыхания на вдохе в среднем на протяжении 72 с указывает на высокий уровень устойчивости к гипоксическим состояниям. Однако, рассчитанный показатель реакции сердечно-сосудистой системы превышает нормальные значения, что может свидетельствовать о напряжении ее функциональных возможностей. Исследование должных величин ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, ПОС и индекса Тиффно в группах курящих и некурящих студентов статистически достоверных различий не выявило.

Легочная и альвеолярная вентиляции относятся к динамическим показателям внешнего дыхания [3]. В наших исследованиях расчет величины данных показателей лег в основу определения эффективности внешнего дыхания студентов. При выполнении физической нагрузки при частом и поверхностном дыхании, несмотря на достаточную величину легочной вентиляции, альвеолярная вентиляция будет снижена, т.к. в этом случае будет вентилироваться, главным образом, «мёртвое» пространство. Поскольку объём последнего постоянен, то альвеолярная вентиляция тем лучше, чем глубже дыхание. Эффективность внешнего дыхания зависит от соотношения альвеолярной вентиляции и МОД. В покое этот показатель составляет порядка 60-70%. В наших исследованиях эффективность внешнего дыхания у двух студентов после физической нагрузки составила менее 60 %, у 93% студентов – $83,3 \pm 3,8$ %. Кардиореспираторный индекс является интегральным показателем деятельности

дыхательной и сердечно-сосудистой систем, наиболее интенсивно работающих в процессе физических и эмоциональных напряжений. Нами проведен расчет индекса Скибинского, результаты которого у 93% испытуемых трактуется как хороший и отличный, у 7% опрошенных – данный результат оказался удовлетворительным.

Под недостаточностью легочного дыхания понимают неспособность аппарата дыхания обеспечивать на должном уровне насыщение крови кислородом и удаление из неё углекислоты [1,4,5]. Итогом становятся изменения легочной вентиляции, имеющие характер гипервентиляции, гиповентиляции и неравномерной вентиляции. В наших исследованиях значение сатурации крови кислородом находилось в пределах нормы, однако обследуемые студенты продемонстрировали напряжение аппарата системы дыхания, что отражается в повышенном значении дыхательного объема и частоты дыхательных движений. Неравномерная вентиляция может наблюдаться в физиологических условиях даже у здоровых молодых людей в результате того, что не все альвеолы лёгких функционируют одновременно, в связи с чем различные участки лёгких тоже вентилируются неравномерно. Это ведёт к гипоксемии и иногда сопровождается гиперкапнией. Компенсаторная реакция со стороны сердечно-сосудистой системы проявляется в увеличении частоты сердечных сокращений. Субъективно нарушения вентиляции могут сопровождаться одышкой [3,4]. Можно заключить, что оценка эффективности внешнего дыхания студентов в условиях кратковременной гипоксии показала, в целом, удовлетворительный результат.

Выводы. На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что показатели сатурации крови студентов кислородом соответствуют норме. Изменение данного параметра соотносится с условиями опыта – физическая работа, задержка дыхания; показатели спирограммы обследуемых находятся в пределах нормальных значений; для обследуемых студентов характерно напряжение аппарата внешнего дыхания, что проявляется в повышенном значении частоты дыхательных движений и дыхательного объема; эффективность внешнего дыхания обследуемых находится на удовлетворительном уровне; обучающимся рекомендуются регулярные занятия физической активностью, а также соблюдение здорового образа жизни для поддержания кардиореспираторного статуса на должном уровне.

Литература.

1. Физиологические и патофизиологические аспекты внешнего дыхания / Л. О. Гуцол [и др.] ; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра патологической физиологии с курсом клинической иммунологии, Кафедра нормальной физиологии. – Иркутск : ИГМУ, 2014. – 116 с.
2. Физиология системы дыхания: учебное пособие / Сост.: А.Ф. Каюмова, И.Р. Габдулхакова, А.Р. Шамратова, Г.Е. Инсарова. – Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2016. – 60 с.
3. Физиология дыхания: учебно-методическое пособие / И.В. Городецкая. - Витебск: ВГМУ. 2012.- 153 с.
4. Daniel Hoesterey, Nilakash Das, Wim Janssens et al. Spirometric Indices of Early Airflow Impairment in Individuals at Risk of Developing COPD: Spirometry Beyond FEV1/FVC. *Respir Med.* 2019 September ; 156: 58–68.
5. Оксидативный стресс, апоптоз и состояние некоторых компонентов иммунной системы при гипоксии / Л. Н. Цветикова, Н. В. Лобеева, Ю. Г. Жусина, Н. Б. Лабжания // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2016. – Т. 19. – № 3. – С. 113-118.

Abstract.

E.Yu. Tkachenko, Ye.S. Bayeva

THE EFFECTIVENESS OF EXTERNAL RESPIRATION OF STUDENTS IN CONDITIONS OF SHORT-TERM HYPOXIA

Voronezh State Medical University, Dep. of Normal Physiology

Methods of spirometry and pulse oximetry were used to study the effectiveness of external respiration of students in conditions of short-term hypoxia. It was found that the main indicators of the cardiorespiratory status of students are within the normal range; their changes are correlated with the conditions of experience – physical work, breath-holding. It was revealed that the examined students are characterized by the tension of the external respiratory apparatus, which is manifested in an increased value of the frequency of respiratory movements and respiratory volume. Students are recommended to engage in regular physical activity, as well as follow a healthy lifestyle to maintain the cardiorespiratory status at the proper level.

Keywords: students, external respiration, spirometry, pulse oximetry, hypoxic tests

References.

1. Physiological and pathophysiological aspects of external respiration / L. O. Gutsol [et al.]; GBOU VPO IGMU of the Ministry of Health of Russia, Department of Pathological Physiology with a course of Clinical Immunology, Department of Normal Physiology. - Irkutsk: IGMU, 2014. - 116 p.
2. Physiology of the respiratory system: textbook / Comp.: A. F. Kayumova, I. R. Gabdulkhakova, A. R. Shamratova, G. E. Insarova. - Ufa: Publishing House of the BSMU Ministry of Health of Russia, 2016. - 60 p.
3. Physiology of respiration: an educational and methodological manual / I. V. Gorodetskaya. - Vitebsk: VSMU. 2012. - 153 p.
4. Daniel Hoesterey, Nilakash Das, Wim Janssens et al. Spirometric Indices of Early Airflow Impairment in Individuals at Risk of Developing COPD: Spirometry Beyond FEV1/FVC. *Respir Med.* 2019 September ; 156: 58–68.
5. Oxidative stress, apoptosis and the state of some components of the immune system during hypoxia / Tsvetikova L. N., Lobeeva N. V., Zhusina Yu. G., Labzhanina N. B. // *Applied information aspects of medicine.* - 2016. - Т. 19. - No. 3. - S. 113-118.

Сведения об авторах: Баева Елена Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, galaxy1985@mail.ru; Ткаченко Эльвира Юрьевна – студентка педиатрического факультета ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, domns25@mail.ru.