

Дата публикации: 01.06.2021

DOI: 10.51871/2588-0500\_2021\_05\_02\_27

УДК 796.012:612.223.11

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА ГИПЕРКАПНИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ОРГАНИЗМА В РЕЖИМЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В.А. Шалабодина, А.М. Волкова

ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»,  
г. Москва, Россия

**Ключевые слова:** гиперкапния, регламентированное управление дыханием, оксипауза, функциональное состояние студентов, культура двигательной активности, дистанционное обучение.

**Аннотация.** Данная работа наглядно демонстрирует зависимость функционирования систем организма от уровня  $\text{CO}_2$  в крови. Рассматриваются различные методы воздействия на этот уровень, применяемые в мировой практике. Особое внимание уделено проблеме отклонений состояния здоровья студентов от нормы и поиску метода решения данной проблемы, который можно было бы легко адаптировать и применять во время учебного процесса. Такое решение нам видится в применении оксипаузы. В статье представлены результаты эксперимента по внедрению данного метода в рамках дисциплины «Физическая культура и спорт».

## **THE USE OF HYPERCAPNIC EFFECT FOR OPTMIZING ORGANISM'S PERFORMANCE IN THE MODE OF EDUCATIONAL ACTIVITY**

V.A. Shalabodina, A.M. Volkova

SAEI of HE "Moscow City University", Moscow, Russia

**Key words:** hypercapnia, specified breathing control, oxy-pause, functional state of students, motor activity culture, distance learning.

**Annotation.** This study demonstrates how functioning of organism systems depends on the level of  $\text{CO}_2$  in blood. Various methods of influencing this level, which are used internationally, were examined. The specific attention was given to the issue of health problems of students and searching a way for solutions, which could be easily adapted and used during learning process. The use of oxy-pause is the most suitable way to solve this task. Results of the experiment on implementation of the given method within the "Physical culture and sports" subject are presented in this study.

**Введение.** Физиология дыхания человека построена таким образом, что регуляция этого процесса осуществляется через дыхательный центр, который представляет собой совокупность нервных клеток в разных отделах центральной нервной системы. Важно отметить, что нервные рецепторы, вызывающие активность центра, т.е. непосредственно дыхательный рефлекс, остро реагируют на уровень концентрации углекислого газа в крови, в то время как концентрация кислорода на это никак не влияет. При гиперкапнии (повышенном содержании двуокиси углерода) происходит расширение сосудов, а также воздействие на ауторегуляцию, что позволяет нивелировать скачки артериального давления. Усиливается антиоксидантная активность и контролируется уровень кислотно-щелочного баланса. Кроме этого повышение в крови  $\text{CO}_2$  и связанное с этим снижение уровня  $\text{O}_2$  способствует выработке белков VEGFxxx, которые отвечают за создание новых кровеносных сосудов. Также необходимо сделать акцент на том, что без углекислого газа кислород не способен отделиться от гемоглобина, что неизбежно приводит к возникновению тканевой гипоксии, а в некоторых случаях даже к анемии [1, 4, 11]. Все эти факты наглядно демонстрируют степень влияния уровня концентрации  $\text{CO}_2$  в крови на различные системы жизнедеятельности человека. Поддержание этого уровня в норме может способствовать улучшению функционирования организма, поэтому именно этому процессу мы уделяем особое внимание.

Таблица 1

Газовый состав атмосферного, альвеолярного и выдыхаемого воздуха, % (мм.рт.ст.)

| Газовый состав воздуха | Атмосферный воздух | Альвеолярный воздух ( $P_{\text{ET}}$ ) | Выдыхаемый воздух |
|------------------------|--------------------|---|-------------------|
| $\text{O}_2$           | 20,85 (160)        | 13,5 (104)                              | 15,5 (120)        |
| $\text{CO}_2$          | 0,03 (0,2)         | 5,3 (40)                                | 3,7 (27)          |
| $\text{N}_2$           | 78,62 (596)        | 74,9 (569)                              | 74,6 (566)        |
| $\text{H}_2\text{O}$   | 0,5 (3,8)          | 6,3 (47)                                | 6,2 (47)          |
| Общий                  | 100,0 (760)        | 100,0 (760)                             | 100,0 (760)       |

Содержание углекислого газа в атмосферном воздухе составляет 0,03% (Таблица 1). Если при вдохе, например, при возвратном дыхании или с помощью специальных тренажеров этот процент был повышен до 5-7, то это станет причиной увеличения легочной вентиляции примерно в 6 раз, что поднимет концентрацию  $\text{CO}_2$  в альвеолярном воздухе на 1 процент [9]. В норме парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе ( $P_{\text{ETCO}_2}$ ) на 1-3 мм рт. ст. ниже, чем в артериальной крови ( $P_{\text{ACO}_2}$ ). Допустимые для жизнедеятельности значения  $P_{\text{ACO}_2}$  составляют 3,6-7,5 процентов, при дальнейшем повышении возможность усвоения кислорода

начинает снижаться и по итогу наступает гиперкапническая кома (потеря сознания, резкое падение артериального давления, цианоз). Пониженное же содержание  $\text{CO}_2$  может привести к апное (полной остановке дыхания) из-за церебральной гипоксии, т.к. дыхательный центр сообщает о необходимости вдоха только при определенном уровне углекислого газа, недостаток кислорода для него не является сигналом. К данному состоянию приводит глубокое и учащенное дыхание, называемое обычно гипервентиляцией легких. Это же становится причиной алкалоза, т.е. снижения концентрации водородных ионов  $[\text{H}^+]$  и последующем увеличением рН в щелочную сторону ( $>7,45$ ), что снизит концентрацию ионов кальция в крови и человек почувствует такие симптомы как покалывание, онемение, мышечные спазмы, вплоть до остановки сердца [1, 4, 8]. Понимая допустимые границы и зная симптомы, возникающие при их нарушении, человек способен контролировать уровень углекислого газа в крови осознанно, что сможет помочь ему нормализовать, а при необходимости и улучшить работу основных систем организма.

Таблица 2

Зависимость состояния человека от уровня концентрации  $\text{CO}_2$  в артериальной крови

| $\text{P}_{\text{aCO}_2}$ | Стадия состояния             | Причина   | Следствие  |
|---------------------------|------------------------------|---|--|
| $> 8,6 \%$                | Смерть                       | Критическое повышение $\text{CO}_2$ во вдыхаемом воздухе    | Гиперкапническая кома  |
| 7,6-8,5 %                 | Критическое                  |   | Снижается усвоение $\text{O}_2$ , ацидоз, цианоз, помутнение сознания и его потеря                                       |
| 6,1-7,5 %                 | Сверхвыносливость            | Гиперкапнические тренировки                                 | Повышенное усвоение $\text{O}_2$ , улучшенная ауторегуляция, нормализация АД, улучшение кровообращения, снижение стресса |
| 4,6-5,0 %                 | Норма                        |   |  |
| 3,6-4,5 %                 | Наличие проблем со здоровьем | Снижение уровня физической активности, возрастные изменения | Пониженное усвоение $\text{O}_2$ , повышенный тонус сосудов (повышение АД), повышение стресса                            |
| 2,1-3,5 %                 | Критическое                  | Гипервентиляция легких                                      | Церебральная гипоксия, алкалоз, потеря сознания  |
| $< 2 \%$                  | Смерть                       |   | Апное, остановка сердца, смерть мозга  |

Контроль над уровнем содержания углекислого газа в крови, по сути, представляет собой две задачи: не допустить критических состояний и при наличии проблем со здоровьем нормализовать состояние или вывести его на

уровень повышенной выносливости (Таблица 2). Существует несколько способов для контролируемого повышения  $\text{CO}_2$ . Одним из таких является процесс физической гиперкапнии, т.е. естественного увеличения уровня углекислого газа в крови при физических нагрузках. Утверждение, что аэробная тренировка (бег на продолжительные дистанции, гребля, плавание, бег на месте, катание на коньках и пр., т.е. все виды активности, которые осуществляются в низком или среднем темпах) способствует развитию выносливости, уже давно стало аксиомой. Так, например, бег на дистанцию в 10 км при средней скорости 10 км/ч будет способствовать увеличению распада оксигемоглобина на кислород и гемоглобин примерно в 2-3 раза [7]. Данная особенность, как и ряд других, были давно замечены и активно применяются в тренировочном процессе спортсменов. Но для науки характерно стремление увеличивать уже имеющиеся результаты, что побудило ученых к поиску других методов, приводящих к гиперкапнии.

Одним из таких решений стало обращение внимания профессора К.П. Бутейко непосредственно на дыхательный процесс. За основу его метода была взята практика йогов по снижению легочной вентиляции в состоянии покоя. Он проследил взаимосвязь между критическим состоянием человека и частотой его дыхания, высказав мнение, что при принудительном контроле продолжительности вдоха и выдоха можно вылечить болезнь. Данное предположение вылилось в разработанный им «Метод волевой ликвидации глубокого дыхания» (МВЛГД), в основе которого находился принцип контроля внешнего дыхания благодаря задержкам дыхания после выдоха и увеличению длительности самого выдоха. С помощью данной методики концентрация углекислого газа в крови приходила в норму, чем ликвидировалась первопричина многих функциональных нарушений – тканевая гипоксия [2, 3]. Но, не смотря на научно доказанную эффективность, данный метод подходил не всем. Причиной этому стала продолжительность курса и повышенный акцент на волевых усилиях конкретного человека, что не всегда было достижимо из-за разных психологических особенностей людей.

Полностью избежать или максимально снизить влияние волевого фактора стало возможно благодаря применению гиперкапнических дыхательных тренажеров. В основном их принцип был построен на затруднении возможности вдоха и выдоха благодаря сокращению просвета, через который поступал и выходил воздух. Кроме этого получили широкое применение методы ингаляционного и инвазивного введения  $\text{CO}_2$  при лечении различных заболеваний [5]. Но применение как тренажеров, так и метода искусственного введения углекислого газа, хоть и опять же наглядно

демонстрировало свою эффективность, вряд ли решало проблему массовости использования. В первом случае был необходим специальный тренажер, который требовалось не просто купить, но и понимать, как его использовать, а значит, при дефиците денежных средств и отсутствии инструктора, человек был лишен возможности применять его. Во втором случае требовались условия стационара, в которые по понятным причинам невозможно поместить всех, кому требуется коррективка уровня  $\text{CO}_2$  в крови. Нашей же задачей было стремление найти такой метод, который возможно было бы применять массово, например, в рамках образовательной деятельности в университете.

Сама по себе необходимость поиска подобного метода именно для обучающихся в университете определяется определенной степенью отклонений состояния здоровья студентов от нормы, которые можно проследить благодаря ежегодному анализу групп здоровья поступающих [10]. Подобная тенденция может являться следствием увеличения роли компьютерных технологий в жизни человека. Процесс обучения, работы и даже отдыха связан с проведением времени у компьютера, что в большинстве случаев становится причиной гиподинамии и вызывает ряд сопутствующих заболеваний. Проблема дисбаланса функциональных показателей здоровья стоит очень остро, особенно в период пандемии, когда риск заболеваемости сильно велик. Роль предмета “физическая культура” в таких условиях особенно повышается. Педагог должен сформировать у обучающихся культуру двигательной активности, т.е. постараться привить им знания и умения о здоровье и возможностях организма, которые могут быть востребованы учениками в реальной жизни. Мы решили обратить их внимание на дыхательный процесс и сделать акцент на методе регламентированного управления дыханием или оксипаузы, который был прост в адаптации для дистанционной работы и, по сути, являлся упрощенным вариантом метода Бутейко. Мы максимально сократили время интервалов гиперкапнической тренировки, что в отличие от МВЛГД требовало намного меньше волевых усилий, а значит подходило большему числу студентов. К тому же этот метод был максимально доступен, так как не требовал специальных условий или дополнительных тренажеров, поэтому его применение во время учебных занятий выглядело наиболее перспективным, что и стало определяющим фактором при его выборе.

Цель исследования – доказать, что применение гиперкапнических тренировок в рамках учебного процесса способно нормализовать и улучшить показатели функционального состояния студентов.

**Методы и организация исследования.** В эксперименте было задействовано 149 студентов-девушек 1-3 курса в возрасте от 17 до 23 лет, выбравших в рамках элективов по физической культуре и спорту направление «Пилатес». Исследование происходило на протяжении осеннего семестра 2020 года в Московском городском педагогическом университете. Важно отметить, что все занятия происходили в дистанционном формате в системе Microsoft Teams. Перед стартом эксперимента, а также по его завершению среди студентов было проведено анкетирование и зафиксированы функциональные показатели (жизненная емкость легких, частота сердечных сокращений в покое и под нагрузкой, уровень артериального давления). Во время первичного анкетирования мы просили студентов указывать: ФИО, возраст, продолжительность сна, среднее время, проводимое за компьютером ежедневно, а также зафиксировать примерный уровень физической активности в часах за неделю. Физическая активность была разделена на два вида: пассивная (ходьба) и интенсивная (тренировки, активный отдых). Кроме этого студенты должны были указывать имеющиеся у них жалобы на здоровье и медицинские диагнозы при их наличии. Во время итогового анкетирования от студентов была получена обратная связь об изменении их самочувствия после эксперимента.

**Результаты и их обсуждение.** Внедрение оксипаузы в учебные занятия происходило в два этапа. На первом этапе студентам была дана информация о физиологии дыхания, обращено особое внимание на зависимость функционального состояния организма от степени концентрации углекислого газа в крови. Далее были рассмотрены различные методы воздействия на дыхательный процесс, способные повысить или понизить уровень  $CO_2$ . И только после этого был подробно рассмотрен метод оксипаузы. Суть данного метода заключалась в разбивании времени занятий на отрезки, чтобы устранить эффект утомляемости от перенасыщения информацией. Продолжительность таких отрезков составляла 20-25 минут, а в качестве разграничительного барьера была использована оксипауза. Студентам было необходимо совершить продолжительный вдох в течение 15 секунд, после которого задержать дыхание на 30 секунд и совершить постепенный на протяжении 15 секунд выдох с небольшим «шипением», прислоняя язык к верхнему нёбу. Это позволяло создать эффект «ограничивающего клапана», который не позволял выпустить весь воздух сразу. Продолжительность одного круга составляла 1 минуту, одна оксипауза должна была занять до 5 минут времени. Особый акцент при выполнении дыхательных упражнений был обращен на осанку: учащиеся должны были выпрямить спину и сесть удобно. Внимание при этом должно было быть

сконцентрировано исключительно на дыхании и состоянии комфорта и расслабления, что помогало снять напряжение и «перезагрузить» сознание. Студентам было рекомендовано выполнять оксипаузу и за рамками занятий по физической культуре при первых признаках появления утомляемости или потери концентрации, фиксируя количество таких пауз за день.

Проанализировав результаты первичного анкетирования (Рис. 1), было выявлено, что каждый третий студент имел официально поставленные медицинские диагнозы, которые относили их к подготовительной и специальной группам здоровья. 31% опрошенных тратил на физическую активность менее 1 часа в неделю, а 32% занимались от 1 до 2 часов. Эти данные демонстрировали, что только каждый третий из всех респондентов выполнял физическую активность свыше рекомендованного минимального уровня равного двум часам в неделю, и только каждый шестой превышал планку в 3 часа.



Рис. 1. Результаты первичного анкетирования

Кроме этого необходимо обратить внимание на то, что 64% экспериментальной группы находилось за компьютером ежедневно более 6 часов, причем чаще всего это время не было разделено перерывами, т.е.

проводилось за раз. При этом 90% студентов в среднем тратило на сон менее 8 часов. Полученные данные нельзя назвать положительными, большинство показателей отличались от нормы, принятой для определения здорового образа жизни, что подтверждалось существенным количеством жалоб от обучающихся на свое здоровье (Рис. 2).

Жалобы в основном были на периодические головные боли, расстройство сна, боли в спине, шее и коленных суставах, а также студентов очень беспокоил повышенный стресс, который лишь усугубился ситуацией с пандемией и вынужденным карантином.

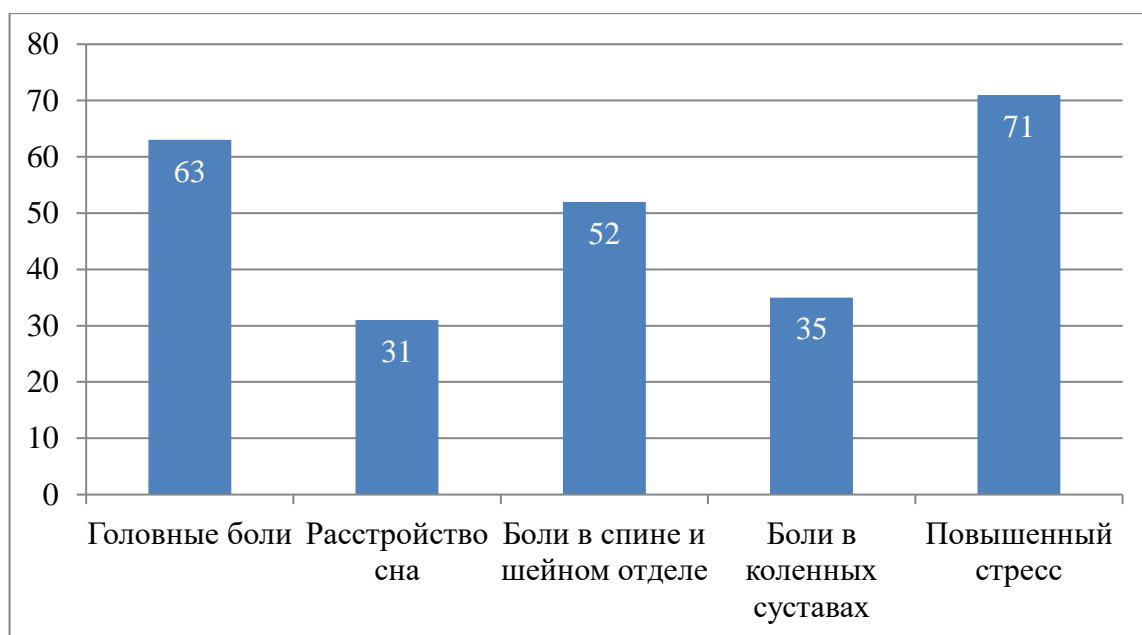


Рис. 2. Наиболее частые симптомы и жалобы, которые студенты указывали при первичном анкетировании (кол-во человек)

Принимая во внимание эти факты, включение гиперкаппнических тренировок в учебный процесс выглядело более чем оправдано. Использование студентами метода оксипаузы во время занятий, а также самостоятельно, поспособствовало улучшению их функциональных показателей. Объём жизненной ёмкости лёгких в среднем вырос с показателя 2,5 л до 3 л. Положительная динамика наблюдалась у всех членов экспериментальной группы с незначительной погрешностью. Уменьшилась частота сердечных сокращений в покое и под нагрузкой. Если до начала эксперимента средние показатели были 75 уд/мин и 135 уд/мин в покое и после нагрузки, то по его завершению стали 70 уд/мин и 120 уд/мин, соответственно. Также характерным являлось и стабилизация уровня артериального давления. При первой фиксации средний показатель был равен 123/81 (диапазон от 100/59 до 134/87), при измерении в конце



эксперимента средний показатель был на уровне 115/70, кроме этого диапазон между самой низкой и высокой пробой также сократился и составил значение от 105/63 до 125/80. Помимо сравниваемых нами функциональных показателей об эффекте оксипаузы свидетельствуют и ответы студентов в завершающем анкетировании. Обучающиеся отмечали улучшение качества сна, стабилизацию психоэмоционального фона, улучшения общего состояния организма, не смотря на многочисленные внешние раздражители.

Еще одним положительным моментом внедрения оксипаузы в учебный процесс стало увеличение внимания студентов к своему здоровью. Участники эксперимента стали более осознанно относиться к сигналам, посылаемым организмом, а главное начали их понимать. Все это способствовало развитию культуры двигательной активности у обучающихся и стало определенным мотиватором и для их окружения, которое стало проявлять интерес к подобной деятельности и новым применимым к жизни и своему собственному здоровью знаниям. От студентов других элективов, узнавших про оксипаузу от участников экспериментальной группы, стали поступать вопросы как о самой методике, так и о здоровьесберегательных технологиях в принципе. Здесь особенно стоит отметить просветительную функцию, т.к. задачей любого процесса обучения является максимальное распространение знаний и мотивирование как можно большего числа людей на их получение. Только при таком подходе эффект от внедряемого метода может быть не единоразовым и локальным, а пролонгированным и повсеместным, именно поэтому такое большое внимание в нашем случае уделялось объяснению принципа влияния углекислого газа на организм. Только сумев донести до своих учеников понимание сути процесса можно добиться максимального эффекта, ведь в данном случае они смогут уже сами распространять полезные знания, а значит способствовать развитию не только своей культуры, но и культуры двигательной активности своего окружения.

**Заключение.** Применение эффекта гиперкапнии давно доказало свою эффективность как в лечебных, так и оздоровительных целях. Понимание принципов взаимосвязи между концентрацией углекислого газа в крови и функционированием основных систем организма может помочь повысить уровень здоровья индивида при осознанном подходе к его регулированию. Благодаря включению метода оксипаузы в образовательный процесс предмета «физическая культура и спорт» были достигнуты результаты по оптимизации работы организмов студентов в режиме их образовательной деятельности. Данный метод не требовал дополнительных устройств или

специальных условий, что позволило его легко адаптировать даже для дистанционного формата обучения. У метода регламентированного управления дыханием есть все основания стать одним из базовых ключей для решения задачи по формированию культуры двигательной активности общества, что может быть достигнуто при распространении его использования за рамки одной конкретной дисциплины.

### Список литературы

1. Агаджанян Н.А. Физиологическая роль углекислоты и работоспособность человека. / Н.А. Агаджанян, Н.П. Красников, И.Н. Полуниин // Москва-Астрахань-Нальчик: Издательство "Волга". – 1995. – 188 с.
2. Бутейко К.П. Инструкция по применению метода ВЛГД (Волевой ликвидации глубокого дыхания) / К.П. Бутейко // Новосибирск. – 1988. – 47 с.
3. Волкова А.М. Влияние технологии применения средств закаливания и дыхательных упражнений на функциональные показатели пловцов подросткового возраста / А.М. Волкова, В.А. Шалабодина // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. –2020. – № 3 (39). – С. 50-59.
4. Гридин Л.А. Современные представления о физиологических и лечебно-профилактических эффектах действия гипоксии и гиперкапнии / Л.А. Гридин // Медицина. – 2016. – Т. 4. – № 3 (15). – С. 45-68.
5. Дроговоз С.М. Карбокситерапия – альтернатива традиционной фармакотерапии / С.М. Дроговоз, С.Ю. Штрыголь, М.В. Зупанец, А.В. Кононенко, Е.В. Левинская // Клінічна фармація. – 2016. – № 1. – С. 12–17
6. Мищенко В.П. Физиология человека. Модуль 2: Физиология висцеральных систем. Контекстный модуль 10: «Система дыхания» / В.П. Мищенко, В.Н. Соколенко, М.Ю. Жукова // Полтава. – 2006. – 48 с.
7. Сенин И.П. Гиперкапническая тренировка как средство устранения тканевой гипоксии / И.П. Сенин, Ю.Н. Мишустин // Журнал ГрГМУ. – 2006. – №1 (13). – С. 81-83.
8. Солопов И.Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека. Монография. / И.Н. Солопов // Волгоград. – 2004.
9. Дроговоз С.М. Физиологические свойства CO<sub>2</sub> – обоснование уникальности карбокситерапии / С.М. Дроговоз, С.Ю. Штрыголь, М.В. Зупанец, А.В. Кононенко// Медична та клінічна хімія. – 2016. – Т. 18. – № 1. – С. 112-116.
10. Шалабодина В.А. Физическая культура обучающихся высшей школы в условиях тотальной информатизации: тенденции, риски,

перспективы / В.А. Шалабодина, А.Э. Страдзе // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. – 2020. – № 3 (39). – С. 68-79.

11. Штабницкий В.А. Нарушение обмена углекислого газа: особенности патогенеза и диагностики / В.А. Штабницкий // Consilium Medicum. – 2016. – Т. 18. – № 12. – С. 88-91.

### References

1. Agadzhanian N.A. Physiological role of carbon dioxide and human's performance / N.A. Agadzhanian, N.P. Krasnikov, I.N. Polunin // Moscow-Astrakhan'-Nal'chik: Publishing House "Volga". – 1995. – 188 p.

2. Butejko K.P. Manual for using the VEDB method (Voluntary Elimination of Deep Breathing) / K.P. Butejko // Novosibirsk. – 1988. – 47 p.

3. Volkova A.M The effect of technology of using measures of the cold water treatment and breathing exercises / A.M. Volkova, V.A. Shalabodina // Bulletin of the Moscow City University. Natural Sciences Series. – 2020. – № 3 (39). – P. 50-59.

4. Gridin L.A. Modern views on physiological, therapeutic, and preventive effects of hypoxia and hypercapnia / L.A. Gridin // Medicine. – 2016. – Vol. 4. – № 3 (15). – P. 45-68.

5. Drogovoz S.M. Carboxytherapy is an alternative for traditional drug therapy / S.M. Drogovoz, S.Yu. Shtrygol', M.V. Zupanets, A.V. Kononenko, E.V. Levinskaya // Clinical Pharmacy. – 2016. – № 1. – P. 12–17

6. Mishchenko V.P. Human physiology. Module 2: Physiology of visceral systems. Context module 10: "The respiratory system" / V.P. Mishchenko, V.N. Sokolenko, M.Yu. Zhukova // Poltava. – 2006. – 48 p.

7. Senin I.P. Hypercapnic training as a mean to eliminate the tissue hypoxia / I.P. Senin, Yu.N. Mishustin // Journal of the GrSMU. – 2006. – №1 (13). – P. 81-83.

8. Solopov I.N. Physiological effect of methods of targeted exposure to the human's respiratory function. A monograph. / I.N. Solopov // Volgograd. – 2004.

9. Drogovoz S.M. Physiological qualities of CO<sub>2</sub> – justification of carboxytherapy's relevance / S.M. Drogovoz, S.Yu. Shtrygol', M.V. Zupanets, A.V. Kononenko // Medical and clinical chemistry. – 2016. – Vol. 18. – № 1. – P. 112-116.

10. Shalabodina V.A. Physical culture of students of higher education establishments in conditions of total informational support: tendencies, risks, prospects / V.A. Shalabodina, A.E. Stradze // Bulletin of the Moscow City University. Natural Sciences Series. – 2020. – № 3 (39). – P. 68-79.

11. Shtabnitskij V.A. Disturbance in carbon dioxide metabolism special features of the pathogenesis and diagnostics / V.A. Shtabnitskij // *Consilium Medicum*. – 2016. – Vol. 18. – № 12. – P. 88-91.

### **Spisok literatury**

1. Agadzhanyan N.A. Fiziologicheskaya rol' uglekisloty i rabotosposobnost' cheloveka / N.A. Agadzhanyan, N.P. Krasnikov, I.N. Polunin // Moskva-Astrakhan'-Nal'chik: Izdatel'stvo "Volga". – 1995. – 188 s.

2. Butejko K.P. Instruksiya po primeneniyu metoda VLGD (Volevoj likvidatsii glubokogo dykhaniya) / K.P. Butejko // Novosibirsk. – 1988. – 47 s.

3. Volkova A.M. Vliyanie tekhnologii primeneniya sredstv zakalivaniya i dykhatel'nykh uprazhnenij na funktsional'nye pokazateli plovtsov podrostkovogo vozrasta / A.M. Volkova, V.A. Shalabodina // *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki*. – 2020. – № 3 (39). – S. 50-59.

4. Gridin L.A. Sovremennyye predstavleniya o fiziologicheskikh i lechebno-profilakticheskikh effektakh dejstviya gipoksii i giperkapnii / L.A. Gridin // *Medicsina*. – 2016. – T. 4. – № 3 (15). – S. 45-68.

5. Drogovoz S.M. Karboksiterapiya – al'ternativa traditsionnoj farmakoterapii / S.M. Drogovoz, S.Yu. Shtrygol', M.V. Zupanets, A.V. Kononenko, E.V. Levinskaya // *Klinichna farmatsiya*. – 2016. – № 1. – S. 12–17

6. Mishchenko V.P. Fiziologiya cheloveka. Modul' 2: Fiziologiya vistseral'nykh sistem. Kontekstnyj modul' 10: «Sistema dykhaniya» / V.P. Mishchenko, V.N. Sokolenko, M.Yu. Zhukova // Poltava. – 2006. – 48 s.

7. Senin I.P. Giperkapnicheskaya trenirovka kak sredstvo ustraneniya tkanevoj gipoksii / I.P. Senin, Yu.N. Mishustin // *Zhurnal GrGMU*. – 2006. – №1 (13). – S. 81-83.

8. Solopov I.N. Fiziologicheskie efekty metodov napravlenogo vozdeystviya na dykhatel'nyuyu funktsiyu cheloveka. Monografiya. / I.N. Solopov // Volgograd. – 2004.

9. Drogovoz S.M. Fiziologicheskie svoystva SO<sub>2</sub> – obosnovanie unikal'nosti karboksiterapii / S.M. Drogovoz, S.Yu. Shtrygol', M.V. Zupanets, A.V. Kononenko // *Medichna ta klinichna khimiya*. – 2016. – T. 18. – № 1. – S. 112-116.

10. Shalabodina V.A. Fizicheskaya kul'tura obuchayushchikhsya vysshej shkoly v usloviyakh total'noj informatizatsii: tendentsii, riski, perspektivy / V.A. Shalabodina, A.E. Stradze // *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki*. – 2020. – № 3 (39). – S. 68-79.

11. Shtabnitskij V.A. Narushenie obmena uglekislogo gaza: osobennosti patogeneza i diagnostiki / V.A. Shtabnitskij // Consilium Medicum. – 2016. – Т. 18. – № 12. – S. 88-91.

**Сведения об авторах:** **Виктория Андреевна Шалабодина** – аспирант ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва, e-mail: [shalabodinava@mgpu.ru](mailto:shalabodinava@mgpu.ru); **Александра Максимовна Волкова** – аспирант ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва, e-mail: [volkova\\_am@mgpu.ru](mailto:volkova_am@mgpu.ru).

**Information about the authors:** **Viktotiya Andreevna Shalabodina** – Associate Professor of the SAEI of HE “Moscow City University”, Moscow, e-mail: [shalabodinava@mgpu.ru](mailto:shalabodinava@mgpu.ru); **Aleksandra Maksimovna Volkova** – Associate Professor of the SAEI of HE “Moscow City University”, Moscow, e-mail: [volkova\\_am@mgpu.ru](mailto:volkova_am@mgpu.ru).