

В. А. Степанов¹, Д. А. Чернов², В. А. Иванцов³, А. Ю. Ерошенко³

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА ЧЕЛОВЕКОМ ПРИ ДЫХАНИИ ГАЗОВЫМИ СМЕСЯМИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ АРГОНА

ФКУ «Центральный военный клинический госпиталь им. П. В. Мандрыка»,
Москва, Российская Федерация¹

УО «Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь²

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация³

Целью исследования явилась сравнительная оценка уровня потребления кислорода человеком при пребывании в газовых средах с различным содержанием аргона для подтверждения его антигипоксического эффекта. Обследовано 24 испытуемых-мужчин в возрасте 19–26 лет, разделенных на 3 равные по численности группы. Испытуемые всех групп в течение 60 мин находились в средах с нормальным содержанием кислорода (20,9 % об.) и различным содержанием аргона. Добровольцы 1-й группы – в условиях атмосферного воздуха; испытуемые 2-й группы – в газовой среде с содержанием аргона 35 % об., азота – 44,1 % об.; испытуемые 3-й группы – в среде с содержанием аргона 79,1 % об. В процессе исследований у добровольцев определяли потребление кислорода (VO_2). В результате исследований установлено, что в группе 1 существенных изменений VO_2 не отмечено; в группах 2 и 3 определено снижение VO_2 в среднем на 10 % и 15 %, соответственно. Полученные данные показали, что частичное или полное замещение азота аргоном в атмосферном воздухе приводит к дозозависимому снижению потребления кислорода организмом. Данный факт, на наш взгляд, подтверждает антигипоксическую биологическую активность аргона.

Ключевые слова: потребление кислорода, аргон.

V. A. Stepanov¹, D. A. Chernov², V. A. Ivantsov³, A. Y. Eroshenko³

OXYGEN CONSUMPTION BY HUMANS WHEN BREATHING GAS MIXTURES WITH A HIGH ARGON CONTENT

Central Military Clinical Hospital named after P. V. Mandryka,
Moscow, Russian Federation¹

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus²

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russian Federation³

The aim of the study was a comparative assessment of oxygen consumption by a person when staying in gaseous environments with different argon content to confirm its antihypoxic effect. 24 male subjects aged 19–26 years were examined, divided into 3 groups of equal size. For 60 minutes, the subjects of all groups were exposed to environments with normal oxygen content (20.9 % vol.) and varying argon content. Volunteers of the 1st group – in atmospheric air conditions; the subjects of the 2nd group – in a gaseous environment with an argon content of 35 % by volume, nitrogen content – 44.1 % by volume; Subjects of the 3rd group – in an environment with an argon content of 79.1 % vol. During the study, the volunteers' oxygen consumption (VO_2) was determined. As a result of the research, it was found that no significant changes in VO_2 were noted in group 1; Groups 2 and 3 showed an average decrease in VO_2 of 10 % and 15 %, respectively. The data obtained showed that partial or complete replacement of nitrogen with argon in the ambient air leads to a dose-dependent decrease in oxygen consumption by the body. This fact, in our opinion, confirms the antihypoxic biological activity of argon.

Key words: oxygen consumption, argon.

Одним из направлений клинической, восстановительной, спортивной, военной медицины является использование различных средств баротерапии – метода, предполагающего воздействие на организм измененных газовых сред (ИГС) при повышенном, пониженном или нормальном давлении [2]. В последнее время в баромедицине все большее внимание уделяется применению ИГС с высоким содержанием инертного газа аргона, обладающего, как считают исследователи, биологическими эффектами на органы и ткани [1, 4, 5]. В частности, к таким эффектам перечисленные и другие авторы относят антигипоксический, органопротекторный, десенсибилизирующий, антисептический и другие. При этом интимные механизмы указанных эффектов лишь постулируются.

Целью исследования явилась сравнительная оценка уровня потребления кислорода человеком при пребывании в газовых средах с различным содержанием аргона для подтверждения его антигипоксического эффекта.

Материалы и методы

ИГС с различным содержанием аргона формировали в специальном гермокомплексе, позволявшем создавать и постоянно поддерживать нормальные и искусственные газовые среды заданного состава при нормальном барометрическом давлении [3]. В исследованиях приняли участие 24 испытуемых-мужчин в возрасте 19–26 лет, разделенных на 3 равные по численности группы. Испытуемые всех групп в течение 60 мин находились в средах с нормальным содержанием кислорода (20,9 % об.) и различным содержанием аргона. Добровольцы 1-й группы – в условиях атмосферного воздуха; испытуемые 2-й группы – в ИГС с содержанием аргона 35 % об., азот – 44,1 % об.;

испытуемые 3-й группы – в аргонкислородной ИГС (содержание аргона 79,1 % об.).

Потребление кислорода (VO_2 , мл/мин) испытуемыми определяли с использованием автоматизированного спирометрического комплекса «SHILLER CARDIOVIT» (Швейцария). Исследования выполняли в исходном состоянии (I этап) и в течение последних 20 мин пребывания в гермокомплексе в заданных условиях газовой среды (II этап).

Статистическую обработку выполняли с использованием п.п.п. «Statistica». Результаты представлялись в виде медиан (Me) и квартилей (Q25; Q75). Оценку значимости различий проводили по критериям Вилкоксона и Манна – Уитни. Статистически значимыми принимали различия при уровне значимости $p < 0,05$.

Исследования были организованы и проведены в соответствии с положениями и принципами действующих международных и российских законодательных актов, в частности Хельсинкской декларации в действующей редакции. Легитимность исследований подтверждена заключением независимого этического комитета.

Результаты и обсуждение

В исходном состоянии (дыхание атмосферным воздухом) у всех добровольцев отмечены несколько повышенные величины потребления кислорода (более 300 мл/мин), связанные с особенностями масочного дыхания (рис. 1). В исходном состоянии межгрупповых различий по величине оцениваемого показателя не зафиксировано.

При пребывании добровольцев в заданных газовых средах были получены следующие результаты. В группе 1, как и следовало ожидать, существенных изменений VO_2 не отмечено. В группах 2 и 3 зафиксировано статистически значимое сни-

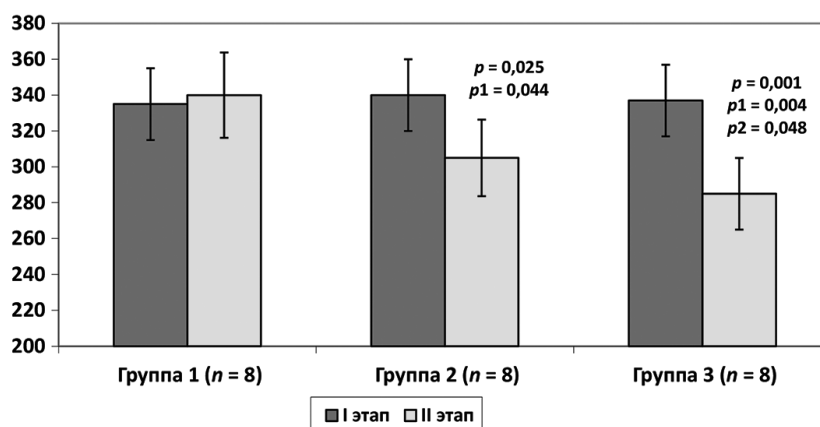


Рис. 1. Потребление кислорода (мл/мин) добровольцами сравниваемых групп на этапах наблюдения, Me (Q25; Q75)

Примечание. – уровень значимости различий: p – по сравнению с «нормоксией»; p_1 – по сравнению с группой 1, p_2 – по сравнению с группой 2.

жение показателя, пропорциональное содержанию аргона в ИГС. Так, в группе 2 редукция VO_2 составила в среднем 10 % от нормоксического уровня, в группе 3 показатель снизился в среднем на 15 % по сравнению с исходными значениями. При этом между 2-й и 3-й группами зафиксированы значимые различия.

Снижение потребления кислорода в покое, несомненно, должно рассматриваться как положительный факт, свидетельствующий о «переходе» организма на более экономный уровень энергетического обеспечения, снижающий нагрузку на кислородтранспортные системы и обеспечивающий расширение функционального потенциала организма. Такой эффект аргона можно определить как органопротекторный и геропротекторный. На наш взгляд, указанный эффект аргона должен найти широкое применение в профилактической, спортивной, клинической, восстановительной медицине и других ее областях.

Вывод. Полученные данные показали, что частичное или полное замещение азота аргоном в атмосферном воздухе приводит к дозозависимому снижению потреблению кислорода организмом. Данный факт, на наш взгляд, подтверждает антигипоксическую биологическую активность аргона.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Кочубейник, Н. В., Мосягин, И. Г., Иванцов, В. А., Плахов, Н. Н. Исследование антиишемических протекторных эффектов аргона при острой гипоксии // Материалы 6-й Межрегион. науч.-практ. конф. «Безопасность-2022». – Волгоград, 2022. – С. 128–132.

2. Кулешов, В. И., Левшин, И. В. Выбор метода баротерапии – периодической гипобарической или гипербарической оксигенации. – СПб., 2002. – 208 с.

3. Петров, В. А., Майоров, И. В., Янцевич, П. В., Иванов А. О. Стенд-модель судовых помещений для моделирования обитаемости и режимов жизнедеятельности «МОРЖ» и его инженерное обеспечение // Вопросы оборонной техники. – 2016. – Вып. 7–8 (97–98). – С. 104–110.

4. Brücken, A., Bleilevens, C., Föhr, P. [et al.] / Influence of argon on temperature modulation and neurological outcome in hypothermia treated rats following cardiac arrest // Resuscitation. – 2017. – Vol. 117. – P. 32–39.

5. Fahlenkamp, A. V., Coburn, M., de Prada A. [et al.] / Expression analysis following argon treatment in an in vivo model of transient middle cerebral artery occlusion in rats // Med. Gas Res. – 2014. – Vol. 4. – P. 11–18.

References

1. Kochubejnik, N. V., Mosyagin, I. G., Ivancov, V. A., Plahov, N. N. Issledovanie antiishemicheskikh protekornykh effektov argona pri ostroj gipoksii // Materialy 6-j Mezhregion. nauch.-prakt. konf. «Bezopasnost'-2022». – Volgograd, 2022. – S. 128–132.

2. Kuleshov, V. I., Levshin, I. V. Vybora metoda baroterapii – periodicheskoy gipobaricheskoy ili giperbaricheskoy oksigenacii. – SPb., 2002. – 208 s.

3. Petrov, V. A., Majorov, I. V., Yancevich, P. V., Ivanov, A. O. Stend-model' sudovykh pomeshchenij dlya modelirovaniya obitaemosti i rezhimov zhiznedeyatel'nosti «MORZH» i ego inzhenernoe obespechenie // Voprosy oboronnoj tekhniki. – 2016. – Vyp. 7–8 (97–98). – S. 104–110.

4. Brücken, A., Bleilevens, C., Föhr, P. [et al.] / Influence of argon on temperature modulation and neurological outcome in hypothermia treated rats following cardiac arrest // Resuscitation. – 2017. – Vol. 117. – P. 32–39.

5. Fahlenkamp, A. V., Coburn, M., de Prada, A. [et al.] / Expression analysis following argon treatment in an in vivo model of transient middle cerebral artery occlusion in rats // Med. Gas Res. – 2014. – Vol. 4. – R. 11–18.

Поступила 02.12.2025 г.