

УДК 612.22

ВЛИЯНИЕ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ АРГОНА И КРИПТОНА НА ПОГЛОЩЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ У КРЫС

Ананьев В.Н.*ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем РАН»,
Москва, e-mail: noradrenalin1952@mail.ru*

В работе изучена динамика потребления кислорода крысами в замкнутом пространстве при заполнении воздухом, аргонном и криптоне. Замена азота в воздухе замкнутой камеры на инертные газы (аргон, криптон) замедляет динамику потребления кислорода. Потребление кислорода организмом крысы в замкнутом пространстве в конце опыта, по отношению потребления кислорода в начале опыта, уменьшается в два раза в кислородно-азотной (20% – кислорода, 80% – азота) газовой среде. В кислородно-аргоновой (20–80%) газовой среде эта величина потребления кислорода уменьшается в 3 раза, а в кислородно-криптоновой (20–80%) газовой среде уменьшается в 5 раз.

Ключевые слова: потребление кислорода, замкнутое пространство, кислород, азот, аргон, криптон, крысы

EFFECT OF INERT GASES ON ARGON AND KRYPTON ABSORPTION OF OXYGEN IN THE CLOSED SPACE IN RATS

Ananay V.N.*Institute for Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences,
Moscow, e-mail: noradrenalin1952@mail.ru*

We studied the dynamics of oxygen consumption by rats in a closed space is filled with air, argon and krypton. Replacement of nitrogen in the air of a closed chamber for inert gases (argon, krypton) slows down the dynamics of consumption ki sloroda. Body oxygen consumption of rat in a confined space at the end of the experience relative oxygen consumption at the beginning of the experience is reduced by half in the ki-slorodno-nitrogen (20% – oxygen, 80% – nitrogen) gas environment. In the oxygen-argon (20–80%) gas environment, this value decreases oxygen consumption by a factor of 3, and ki-slorodno-krypton (20–80%) gas atmosphere is reduced by 5 times.

Keywords: oxygen consumption, an enclosed space, oxygen, nitrogen, argon, krypton, rat

Само название – «инертные газы» предполагает, что они не будут влиять на живые организмы. Но известно, что газ азот под давлением у аквалангистов вызывает «азотное опьянение» [9], газ ксенон вызывает даже наркоз [3]. Газ аргон эффективен для составления пожарно-безопасных газовых смесей с низким содержанием кислорода [7]. Изучение потребления кислорода в замкнутом пространстве может моделировать ситуации нахождения человека в космическом корабле, подводной лодке, ситуации после землетрясений при разрушении и изоляции человека, при производственных работах в емкостях и другие ситуации. Потребление кислорода организмом является одной из главных функций живой природы [6, 8]. Больше потребление кислорода организмом при его адаптации к внешней среде приводит к выработке большего количества энергии и улучшает выживание. В различные периоды жизни на Земле количество кислорода в атмосфере значительно менялось [2; 5]. Поэтому можно предположить, что в организме остались работоспособными системы, которые включаются при низких концентрациях кислорода и переключают работу организма на особый, пока нам не известный режим работы.

В настоящее время достаточно подробно изучен вопрос потребления кислорода в покое и при физической нагрузке [1; 4; 8]. Но сравнительно мало данных о динамике потребления кислорода в заведомо замкнутом пространстве при его потреблении организмом до предельного уровня. Нет комплексных полных данных потребления кислорода в замкнутом пространстве камеры до его полного потребления организмом при заполнении камеры аргонном, криптоне [4; 7; 8]. Поэтому целью этой работы было исследование динамики потребления кислорода в замкнутом пространстве у крыс в среде различных инертных газов.

Методы и методы исследования

В опытах использовались лабораторные животные крысы. Крыса помещалась в изолированную газонепроницаемую камеру, которая имела штуцеры входа газа и выхода. Камера заполнялась воздухом, воздух прокачивался воздушным насосом через датчики кислорода и опять возвращался в камеру. Таким образом, концентрация кислорода постепенно уменьшалась. С датчиков газа напряжение преобразования подавалось на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и вводилось и регистрировалось на компьютере. Частота записи измерения показаний была равна одной секунде. В каждой точке проводилось 100 измерений, записывалась средняя величина, определялись различные статистические

показатели. С помощью программного обеспечения определялось количество потребленного кислорода в одну минуту на кг веса в минуту и другие параметры. Когда компьютер показывал, что потребление кислорода в течение 2–3 мин не возрастает, раздавался сигнал тревоги, в камеру закачивали воздух и опыт прекращался, что предотвращало гибель животного. В результате мы полностью исключили потерю животных в опыте. Для исследования брали газовые смеси – воздух (азота 80%, кислорода 20%), кислородно-аргоновую смесь (кислорода 20%, аргона 80%), кислородно-криптоновую смесь (кислорода 20%, криптона 80%). Выдыхаемый углекислый газ накапливался пропорционально потреблению кислорода, не удалялся из камеры, его концентрация постоянно регистрировалась вместе с кислородом компьютером. Данные по изменению концентрации углекислого газа не представлены в настоящей работе.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов опытов определения потребления кислорода у крыс при заполнении изолированной камеры воздухом показал, что в первые 1–10 мин опыта потребление кислорода (рис. 1) составило 26,3 мл/кг/мин.

При дальнейшем продолжении опыта на 25–50 мин потребление кислорода уменьшилось в два раза и составило 13,8 мл/кг/мин. Средняя величина поглощения кислорода в воздухе камеры за 50 мин составила 16,7 мл/кг/мин (см. рис. 1). Соотношение максимального поглощения кислорода в начале опыта и в конце опыта составило $26,3/13,8 = 1,9$ раза.

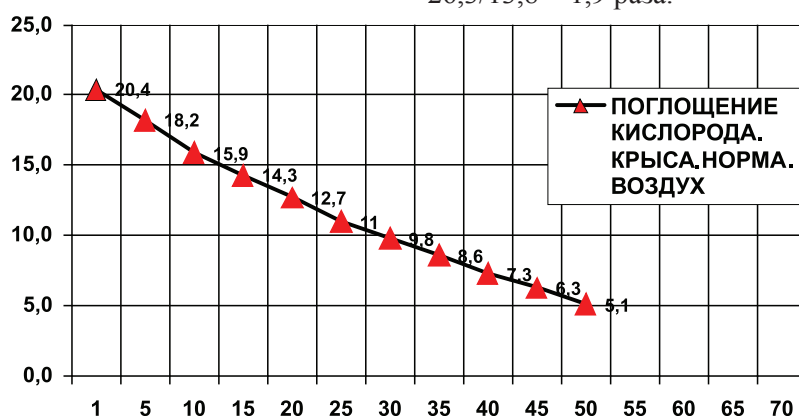


Рис. 1. Поглощение кислорода в замкнутой камере в среде воздуха (азот 80%, кислород 20%).

По оси абсцисс: – время опыта, мин.

По оси ординат: – концентрация кислорода, %, в камере с крысой

Анализ результатов опытов определения потребления кислорода у крыс при заполнении изолированной камеры аргоном показал, что в первые 1–15 мин опыта потребление кислорода (рис. 2) составило 21,4 мл/кг/мин. При дальнейшем продолжении опыта на 50–60 мин потребление

кислорода уменьшилось в три раза и составило 7 мл/кг/мин. Средняя величина поглощения кислорода за 60 минут составила 14,62 мл/кг/мин. Соотношение максимального поглощения кислорода в аргоне в начале опыта и в конце опыта составило $21,4/7 = 3$ раза.

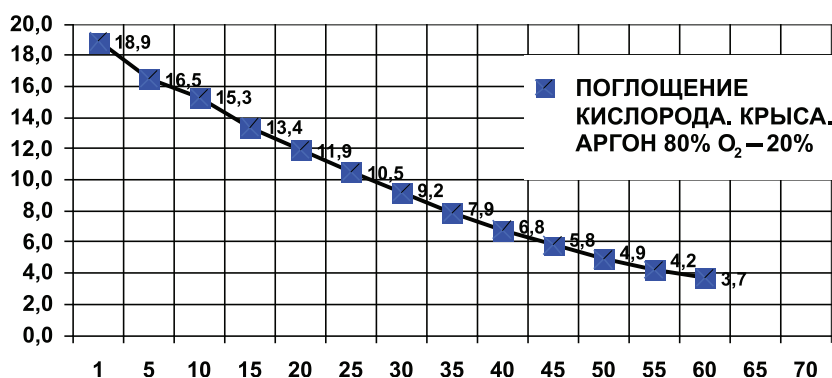


Рис. 2. Поглощение кислорода в замкнутой камере в среде аргона (аргон 80%, кислород 20%).

По оси абсцисс: – время опыта, мин.

По оси ординат: – концентрация кислорода, %, в камере с крысой

Газ криптон не используется водозлазами. При его применении не наступает наркоза, как при применении ксенона.

Поэтому его действие на живые объекты мало изучено и область его полезного применения пока не определена. Анализ

результатов опытов определения потребления кислорода у крыс при заполнении изолированной камеры криптоном пока-

зал, что в первые 5–25 минут опыта потребление кислорода (рис. 3) составило 21,06 мл/кг/мин.

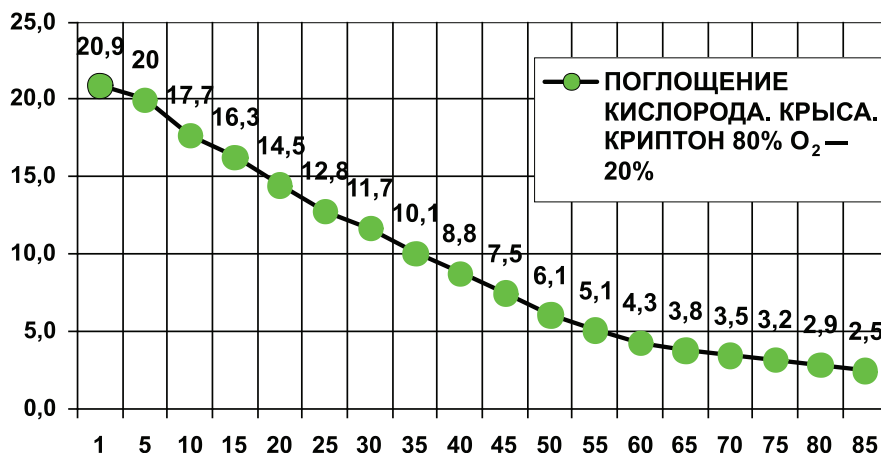


Рис. 3. Поглощение кислорода в замкнутой камере в среде криптона (криптон 80%, кислород 20%). По оси абсцисс: – время опыта, мин. По оси ординат: – концентрация кислорода, %, в камере с крысой

При дальнейшем продолжении опыта на 60–85 мин потребление кислорода уменьшилось в 5 раз и составило 4,21 мл/кг/мин. Средняя величина поглощения кислорода в крип-

тоне за 85 мин составила 12,8 мл/кг/мин. Соотношение максимального поглощения кислорода в криптоне в начале опыта и в конце опыта составило $21,06/4,21 = 5,13$ раза.

Величины потребления кислорода в начале опыта мл/кг/мин (1–15 % времени), средняя величина потребления кислорода за весь опыт, потребление кислорода в конце опыта, мл/кг/мин, (80–100 % времени опыта)

	Начало опыта, мл/кг/мин	Средняя (по всему опыту)	В конце опыта, мл/кг/мин	Соотношение Max/min (начало/конец)
Норма воздух	26,3	16,7	13,8	2
Аргон	21,4	14,62	7	3
Криптон	21,06	12,8	4,21	5,13

Заключение

Результаты проведенных исследований (таблица) позволили получить новые данные по эффектам действия измененных газовых сред (кислородно-аргоновой среды и кислородно-криптоновой среды).

В результате проведенного исследования установлено, что аргон способствует более продолжительному выживанию в замкнутом пространстве (по сравнению с воздухом) при утилизации кислорода до минимума за счет уменьшения потребления кислорода. Таким же свойством, более выраженным, обладает и криптон. Полученные данные могут составить основу для исследования уменьшения потребления кислорода у человека, что является одним из базовых элементов по изучению гипобии.

Список литературы

1. Дудко В.А., Соколов А.А. Моделированная гипоксия в клинической практике. – Томск, 2000.
2. Бгатов В.И. История кислорода земной атмосферы. – М., 1985.
3. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.И. Ксенон в анестезиологии. – М., 2000.

4. Вдовин А.В., Ноздрачева Л.В., Павлов Б.Н. Показатели энергетического метаболизма мозга крыс при дыхании гипоксическими смесями, содержащими азот или аргон // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1998. – № 6. – С. 618–619.

5. Еськов К.Ю. Удивительная палеонтология: история Земли и жизни на ней. – М., 2008.

6. Павлов Б.Н., Солдатов П.Э., Дьяченко А.И. Выживаемость лабораторных животных в аргон-содержащих гипоксических средах // Авиационная и экологическая медицина. – 1998. – Т.32, № 4. – С. 33–37.

7. Павлов Н.Б. Аргон – биологически активный компонент газовой среды // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2006. – №6. С. 15–18.

8. Проссер Л. Сравнительная физиология животных. – М., 1977. – Т. 1.

9. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н., Демчишин М.Д. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение. – М., 2004. – Т.2.

Рецензенты:

Торшин В.И., д.б.н., зав. кафедрой нормальной физиологии ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», г. Москва;

Северин А.Е., д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 04.08.2011.