

УДК 612.26:546.17:546.291

Т. М. Говоруха, А. І. Назаренко

Особенности влияния инертных газов на тканинное дыхание *in vivo*

*Изучали действие гелий-кислородных и аргон-кислородных газовых смесей на тканевое дыхание. Установлено, что одновременное пребывание животных в этих газовых смесях вызывает повышение потребления кислорода тканью печени (более существенное при наличии в газовой смеси гелия). Обсуждается вопрос о том, что кратковременное действие инертных газов на тканевой метаболизм *in vivo* связан с изменением теплофизических характеристик газовой среды.*

Вступ

У багатьох дослідженнях показано, що короткочасне (від однієї до кількох годин) перебування тварин у нормоксичному гелій-кисневому середовищі призводить до підвищення газообміну [1-3, 6]. Вважають [3, 6], що головним діючим фактором гелій-кисневого середовища на газообмін гомойотермних організмів є висока теплопровідність гелію порівняно з азотом (перевищує в 6 разів), яка викликає підвищену тепловіддачу, і компенсує втрату тепла підвищенням тканинного метаболізму.

У літературі є дані про вплив інших інертних газів, зокрема аргону, на метаболізм. Так, Galvin із співавт. [5] показав, що заміна азоту повітря аргонном призводить до зниження газообміну у кроликів. Виходячи із даних, наведених у роботі Schreiner [5], аргон не впливає на поглинання кисню кроликами, але знижує його у щурів. Якщо ефект гелію на метаболізм деякою мірою вивчений, то відомості про вплив на організм аргону поодинокі та до того ж суперечливі. З точки зору Galvin із співавт. [5], ефект інертних газів на метаболізм залежить від розчинності їх у ліпідах. Schreiner [7] вважає, що поглинання кисню організмом гомойотермних тварин визначається тепловтратою у тому чи іншому середовищі.

У зв'язку із вказаним вище, виникає інтерес до вивчення дії аргону на тканинне дихання *in vivo* та її порівняння з дією гелію. Мета нашої роботи — дослідження впливу перебування тварин у нормоксичних гелій- та аргон-кисневих газових середовищах на поглинання O_2 тканиною печінки.

Методика

Досліди проведені на кашиці (подрібнена тканина) печінки, одержаної від статевозрілих щурів-самців лінії Вістар масою 200-220 г. Тварин протягом 1 год тримали у камері місткістю 5 000 см³, яка вентильовалася повітрям, гелій- та аргон-кисневою газовими сумішами. Вміст кисню у газових сумішах складав 21% і контролювався за допомогою газоаналізатору типу ММГ-7. Подача газових сумішей у камеру здійснювалася за допомогою

© Т. М. ГОВОРУХА, А. І. НАЗАРЕНКО, 1992

мікро
мері с
тварин
щидк
ню та
вираж
також
повітр
стосув

Резули

Прове
гелій-
тканин
у гелі
(6,4±0
довищ
мкл С
рин
підвищ

Троши
обміну
ти, од
[5] та
хальні
щурів,
порівн
му сер
про ві
Згідно
киснев
невому

С
середо
умовах
ловідд
змінює
втрата
редови
перебу
різно
ментів,
рівнян
більша
кондук
— мен
зона к
вищі б
ператур
но, що
межах
Показа
заміна
зростан
процесі

ISSN 020

мікрокомпресора типу «Скалярій» із швидкістю 1 л/хв. Температура у камері складала 25,5-26,0°C. Після закінчення строку перебування у камері тварин декапітували, видаляли печінку, з якої виготовляли тканинну кашку шляхом подрібнення ножицями Купера на холоді. Поглинання кисню тканиною печінки визначали за манометричним методом Варбурга та виражали у мікролітрах O₂ за одну годину на один міліграм сухої ваги, а також у відсотках контролю. За контроль приймали поглинання O₂ у повітряному середовищі. Цифровий матеріал обробляли статистично із застосуванням критерію t Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Проведені нами дослідження показали, що після перебування тварин в гелій-кисневому і аргон-кисневому газових середовищах споживання O₂ тканиною печінки вірогідно підвищується. Так, після перебування тварин у гелій-кисневому середовищі поглинання O₂ підвищується від (5,0±0,1) до (6,4±0,1) мкл O₂·год⁻¹·мг⁻¹, тобто на 28% (P<0,001). У аргон-кисневому середовищі споживання O₂ тканиною зросло від (3,5 ± 0,005) до (4,1 ± 0,04) мкл O₂·год⁻¹·мг⁻¹ (P<0,001), тобто на 17%. Таким чином, перебування тварин у гелій-кисневому середовищі призводить до більш значного підвищення поглинання O₂, ніж у аргон-кисневому.

Результати, одержані нами, узгоджуються із даними Leon і Cook [6], Трошихіна [1, 3] та інших дослідників, які відмічали підвищення газообміну у гелій-кисневому середовищі. Що стосується аргону, то результати, одержані нами, відрізняються від даних, одержаних Galvin із співавт. [5] та Schreiner [7]. Якщо у наших експериментах наявність аргону у дихальній суміші викликає підвищення споживання O₂ тканиною печінки щурів, то у дослідях вказаних авторів відмічене більш низьке (у порівнянні із азот-кисневим середовищем) поглинання O₂ у аргон-кисневому середовищі для щурів [7] і кроликів [5]. Є також дані, що свідчать і про відсутність впливу аргону *in vivo* на споживання O₂ кроликами [7]. Згідно з даними Schreiner [7], тепловтрата в обох видів тварин у гелій-кисневому середовищі вища, а у аргон-кисневому нижча, ніж у азот-кисневому.

Слід відмітити, що під час перебування організму у різних газових середовищах із неоднаковою теплопровідністю, але при однакових інших умовах (вологості, температурі, режиму вентиляції), із чотирьох видів тепловіддачі — радіаційної, евапораційної, конвекційної і кондукційної — змінюється лише остання [1]. Згідно із законом Гарді, кондукційна тепловтрата прямо пропорційна градієнту температур між поверхнею тіла і середовищем, площі об'єкту, кондукційній тепловтраті середовища та часу перебування об'єкту у середовищі. Таким чином, якщо застосовуються різноманітні газові середовища, але однакові умови проведення експериментів, то теплопровідність середовища є єдиною змінною величиною у рівнянні Гарді [6]. Оскільки теплопровідність гелію приблизно у 6 разів більша, а аргону в 1,5 раза менша, ніж азоту, то тепловтрата, зумовлена кондукцією, у гелій-кисневому середовищі буде більшою, а в аргонному — меншою, ніж у повітрі. Відповідно до цього, термонейтральна зона, або зона комфорту, для гоміотермних організмів у гелій-кисневому середовищі буде зміщена по відношенню до повітря у зону більш високих температур, а в аргон-кисневій атмосфері — у зону більш низьких. Встановлено, що для щурів зона комфорту в гелій-кисневому середовищі варіює у межах 31-33°C [4], а згідно із даними Трошихіна [3] — в інтервалі 30-33°C. Показано [6], що при температурі, яка відповідає зоні комфорту у повітрі, заміна азоту повітря гелієм підвищує газообмін у тварин, що зумовлено зростанням кондукційної тепловтрати та інтенсифікацією окислювальних процесів у тканинах. Можна думати, що заміна азоту повітря аргонном при

температурі, яка відповідає зоні комфорту у повітрі, призводить до зниження кондукційної тепловіддачі, після чого настає перегрівання організму. В умовах гіпертермії основним механізмом терморегуляції є підвищення тепловіддачі. На активацію систем тепловіддачі необхідна додаткова енергія, яку можна одержати тільки за рахунок підвищення інтенсивності окислювальних процесів. Оскільки наші дослідження проводилися при температурі 25,5-26,0 °С, що відповідає нижній межі термонеутральної зони у повітрі для щурів [4], можна думати, що отримане нами підвищення споживання кисню тканиною печінки тварин після їх перебування у аргон-кисневому середовищі зв'язане з активацією терморегуляторних реакцій в умовах гіпертермії, які розвиваються внаслідок зниження кондукційної тепловтрати в таких умовах.

Показано [3, 4], що заміна азоту повітря гелієм (при дотриманні температури, яка відповідає термонеутральній зоні, як у повітряному, так і у гелієвому середовищі) не відбувається на газообміні організму. Тому причиною активації терморегуляційних реакцій у гелій-кисневих і аргон-кисневих газових середовищах буде, очевидно, відхилення температури навколишнього середовища у той чи інший бік від зони комфорту. Чим більше це відхилення (в означених межах), тим значнішими будуть терморегуляційні реакції, спрямовані на підтримку температурного гомеостазу, тим більше, відповідно, потрібно буде енергії для їх здійснення.

Таким чином, можна дійти висновку, що короткочасна дія інертних газів (гелію та аргону) на окислювальний метаболізм в тканинах *in vivo* здійснюється за допомогою змін теплофізичних властивостей газового середовища.

T. N. Govorukha, A. I. Nazarenko

PECULIARITIES OF THE INFLUENCE OF INERT GASES ON TISSUE RESPIRATION IN VIVO

Helium-oxygen and argon-oxygen gaseous mixtures have been studied for their effect on tissue respiration. It is shown that 1-hour exposition of animals induces an increase in the oxygen consumption of the liver tissue (more essential in the presence of helium in the gaseous mixture).

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Трошихин Г. В. Газообмен и электрическая активность скелетной мускулатуры животных в гелио-кислородной среде // Пробл. космич. биологии. — 1971. — 18. — С. 137-143.
2. Трошихин Г. В. Терморегуляционные реакции у животных в гелио-кислородной среде // Космич. биология и медицина. — 1972. — 6, N5. — С. 84-86.
3. Трошихин Г. В. Физиологические механизмы влияния на организм человека среды с различным содержанием кислорода в условиях нормо- и гипербарии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — Л., 1981. — 50 с.
4. Clarkson D., Shatte C., Jordan J. Thermal neutral Temperature of rats in helium-oxygen, argon-oxygen and air // Amer. J. Physiol. — 1972. — 222, N6. — P. 1494-1498.
5. Galvin R. D., Peeler D. J., Albright G. A. Effect of various inert gas diluents on oxygen consumption at normo-hypo- and hyperbaric pressures // Aerosp. Med. — 1966. — 37. — P. 278.
6. Leon H. A., Cook S. F. A mechanism by which helium increases metabolism in small mammals // Amer. J. Physiol. — 1960. — 19, N2. — P. 243-247.
7. Schreiner H. R. General biological effect of the helium-xenon series of elements // Fed. Proc. — 1968. — 27, N3. — P. 872-878.

Ин-т фізіології ім. О. О. Богомольця
АН України, Київ

Матеріал надійшов
до редакції 02.03.92

Дія специфічних на тонічну серцеву

На ізолировані антимембрани дят угнетени станіе тонич диомиоциттов противоречит причастны к анализа собс предположени АТФазы. Это на сердечную

Вступ

Дослідження АТ, специфічних іонів натрію в середстві мо створюваног відкритою г шення мем лівого шлу тільки поча силля дано про те, як скоротливій безперервно

Методика

Досліди пра трабекулах Рееструвалі ретворювач матичної м значень рН (10⁻⁶ ммоль смужки се вими імпу. антикардіа видо- і с комплімент

Результати

При ритм поліклонал

© Ю. П. БІДЗІ

ISSN 0201-8489