

Влияние различных газовых смесей под повышенным давлением на реакцию самостимуляции у кроликов

У роботі, що провадилася на кроликах, оцінювали вплив на реакцію самостимуляції дихальних геліо-кисневої і геліо-азотно-кисневої сумішей під тиском 40 кгс/см², а також азотно-кисневої суміші під тиском 2,4 кгс/см². В азотно-кисневому середовищі під тиском 2,4 кгс/см² частота самостимуляції де-що підвищувалася, а в геліо-кисневій під тиском 40 кгс/см² - значно пригнічувалася. Пригнічення самостимуляції було більш виражено при підвищенні швидкості компресії. За умов додавання 2% (0,8 кгс/см²) або 6% (2,4 кгс/см²) азоту у геліо-кисневу суміш під загальним тиском 40 кгс/см² зниження частоти самостимуляції відбувалося тією ж мірою і тією ж залежністю від швидкості компресії, що і за умов двохкомпонентної геліо-кисневої суміші під таким же загальним тиском.

Введение

Влияние на человека и животных экстремальных факторов внешней среды нарушает прежде всего эмоциональное состояние организма. Известно, что даже такое безобидное исследование, как проверка чувствительности дыхательной системы к CO₂, приводит к заметному эмоциональному состоянию ченю испытуемого [6]. Поэтому для оценки функционального состояния человека, оказавшегося в экстремальных условиях, в том числе гипербарических, предложено достаточно много тестов [2,3]. Однако в целях более точного выбора того или иного теста, особенно нейропсихологического, надо четко знать, как и в какую сторону будет изменяться эмоциональный статус профессионала при действии тех или иных экстремальных факторов.

В настоящее время все глубоководные спуски ниже 60 м проводятся с использованием гелио-кислородных дыхательных смесей (гелиокса). В то же время и при дыхании гелиоксом, начиная с давления 25—30 кгс/см² (250—300 м), у животных и человека возникает симптомокомплекс неврологических расстройств, называемый нервным синдромом высоких давлений (НСВД). Основными признаками НСВД являются амимия, вегетативные расстройства, угнетение нервно-психической деятельности (медленная волновая активность на ЭЭГ), тремор конечностей и приступы судорог. Для уменьшения проявлений НСВД либо замедляют скорость компрессии, либо добавляют в гелиокс небольшое количество газообразного азота. В условиях гипербарии описанным выше нарушениям у человека нередко предшествуют заметные изменения эмоционального статуса.

В качестве теста для обнаружения у кроликов, как и у других животных, этого явления в модельных экспериментах можно использовать реакцию самостимуляции (самораздражения), отражающую уровень положительного эмоционального состояния животных [4].

Методика

Опыты поставлены на 43 кроликах-самцах, которым предварительно под нембуталовым наркозом (40 мг/кг) стереотаксически в латеральную область гипоталамуса вживляли нихромовые электроды (локализацию кончиков электродов определяли гистологически). При раздражении этой

структуры мозга электрическим током у животных возникала реакция самостимуляции, интенсивность которой оценивали по частоте нажатий на педаль [11]. В экспериментах использовали прямоугольный импульсный ток напряжением 1,5 — 6,0 В, частотой 200 Гц, при длительности импульса 0,5 мс и пачки импульсов 0,5 с (расчетная сила тока составляла 0,4 — 2,0 мА). Подбирали два нарастающих напряжения: надпороговое, при котором возникала отчетливая реакция самостимуляции, и оптимальное, при котором частота нажатий была максимальной. При каждом из этих напряжений у животных регистрировали интенсивность самостимуляции в течение 5 мин и высчитывали среднюю частоту нажатий за минуту. Между 5-минутными «периодами» самостимуляции при надпороговом и оптимальном напряжениях раздражающий ток отключали на 3 мин. После стабилизации реакции самостимуляции при каждом напряжении у животных в течение 5 сут в барокамере при атмосферном давлении снимали фоновые значения и производили продувку барокамеры воздухом с целью приучения животного к шуму нагнетаемого газа. На 6-е сутки кроликов помещали в гипербарические условия. Частоту нажатий на педаль в этих условиях определяли при индивидуально подобранном напряжении тока.

Всего было поставлено семь серий экспериментов (в шести по 6 животных, в одной — 7). Максимальное давление везде, за исключением последней серии, составляло 40 кгс/см². В первых трех сериях определяли интенсивность самостимуляции в гелио-кислородной и гелио-азотно-кислородной средах с содержанием азота 2% и 6%. Скорость компрессии в этих экспериментах составляла 0,5 (кгс/см²)·мин⁻¹. В трех других сериях состав среды и давления оставались прежними, но скорость компрессии была вдвое большей — 1,0 (кгс/см²)·мин⁻¹. В 7-й серии животных подвергали воздействию азотно-кислородной смеси под давлением 2,4 кгс/см², что соответствовало 6%-ному содержанию азота в трехкомпонентной газовой среде (тримиксе).

Все перечисленные газовые смеси были нормоксическими. Выделяемый животными СО₂ полностью поглощался натронной известью. Температуру среды поддерживали постоянной: в случае использования азотно-кислородной смеси — в пределах 27—28°C, а в случае гелио-кислородной смеси или тримикса, ввиду высокой теплопроводимости гелия, — 32—33°C, что соответствовало зоне комфорта [5]. Во всех опытах, проводимых с использованием гелиокислородной среды, барокамеру предварительно продували нормоксической гелио-кислородной смесью с целью устранения азота воздуха. Компрессию осуществляли гелием из транспортных баллонов. Добавку азота в гелио-кислородную среду (создание тримикса) в пределах 2% осуществляли компрессией воздуха барокамеры чистым гелием, в пределах 6% — нагнетанием под давлением азота 2,4 кгс/см² с последующей компрессией гелием до 40 кгс/см².

Полученные изменения интенсивности самостимуляции в условиях гипербарии выражали для каждого животного в процентах фонового значения данного показателя. На основании этих результатов определяли относительную среднюю разницу между интенсивностью самостимуляции в контроле и опыте для каждой серии экспериментов. Статистическую обработку осуществляли, используя методы Вилкоксона и Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

В первых трех сериях опытов, проводимых под давлением 40 кгс/см² гелио-кислородной и гелио-азотно-кислородной смесей с содержанием азота 2% или 6% при медленной компрессии, значения интенсивности самостимуляции по сравнению с контрольными значениями этого показателя в среднем были существенно ниже. Угнетение интенсивности самостимуляции происходило приблизительно одинаково, независимо от состава газо-

зникала реакция са- частоте нажатий на ный импульсный ток тельности импульса составляла 0,4—2,0 ровое, при котором тимальное, при кото- м из этих напряже- тимуляции в течение инуту. Между 5-ми- овом и оптимальном н. После стабилиза- иу животных в те- и снимали фоновые ом с целью приуче- и кроликов помеща- даль в этих услови- жении тока.

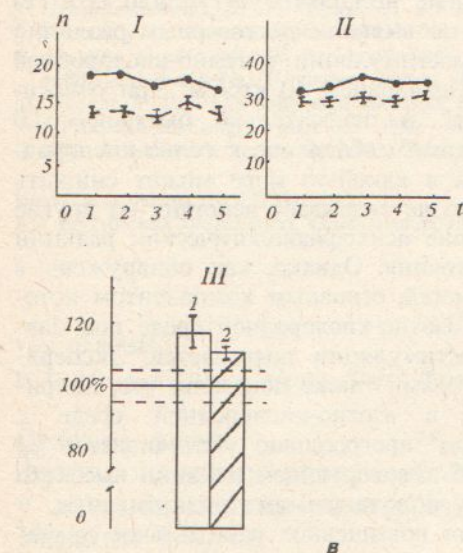
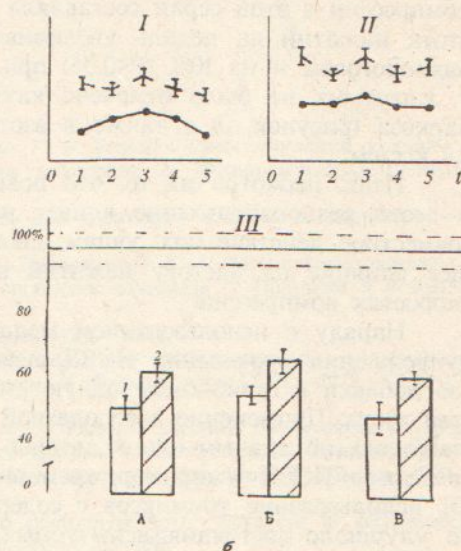
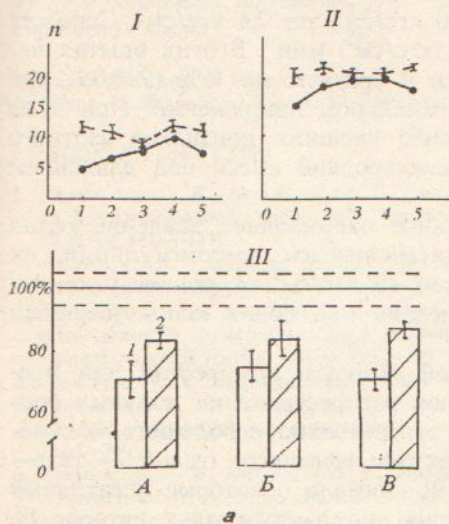
(в шести по 6 жи- за исключением по- сериях определяли гелио-азотно-кисло- в компрессии в этих ругих сериях состав в компрессии была ивотных подвергали 2,4 кгс/см², что со- нентной газовой сре-

ических. Выделяе- ой известью. Темпе- использования азото- е гелио-кислородной и гелия, —32—33°C, к, проводимых с ис- едварительно проды- у устранения азота ртных баллонов. До- имикса) в пределах стым гелием, в пре- см² с последующей

уляции в условиях ентах фонового зна- атов определяли от- о самостимуляции в татистическую обра- тьюдента.

нием 40 кгс/см² ге- содержанием азота енсивности самости- этого показателя в ности самостимуля- мо от состава газо-

вой смеси и содержания в ней азота (рисунок, а, I—III). При этом ни у одного из животных не было зафиксировано прекращения нажатий на педаль, носивших ритмичный характер за 5-минутный период самостимуляции (рисунок, а, I—II).



Интенсивность самостимуляции у кроликов в гелио-азотно-кислородной смеси под давлением 40кгс/см² и при скорости компрессии 0,5 кгс/см в минуту (а), под тем же давлением и скорости компрессии 1,0 кгс/см² в минуту (б), а также в азотно-кислородной смеси под давлением 2,4 кгс/см² (в): I и II — динамика (мин) частоты (n) нажатий на педаль у кроликов в гелио-азотно-кислородной смеси с содержанием азота 6% (кролик №14, а), 2% (кролик №22, б), а также в азотно-кислородной среде (кролик №42, в) при надпороговом (I) и оптимальном (2) напряжении (сплошная линия) по сравнению с фоном (прерывистая линия); III—изменение средней интенсивности самостимуляции с содержанием азота 2% (Б), 6% (В), а также в азотно-кислородной (в) смесях при надпороговом (I) и оптимальном (2) напряжении.

В трех последующих сериях в аналогичных условиях гипербарии, но при быстрой компрессии, обнаружено еще более значительное уменьшение средней частоты нажатий на педаль по сравнению с фоном (рисунок, б, III). И здесь достоверных различий между значениями частоты самостимуляции в двух- и трёхкомпонентных газовых смесях не зарегистрировано. Динамика интенсивности самостимуляции за 5-минутные периоды при надпороговом и оптимальном напряжениях также по своей направленности не отличалась от таковой предыдущих серий экспериментов (рисунок, б, I, II). Следует отметить, что во всех экспериментах с использованием перечисленных выше газовых смесей частота нажатий на педаль уменьша-

лась и при надпороговом, и при оптимальном напряжениях без исключения у всех животных.

Для выяснения влияния азота на интенсивность самостимуляции была поставлена дополнительная серия опытов, в которой животных подвергали воздействию таким же парциальным давлением азота, которое применяли в экспериментах с 6%-ным содержанием азота в гелио-азотно-кислородной смеси под общим давлением 40 кгс/см², т.е. 2,4 кгс/см². Скорость компрессии в этой серии составляла 0,5 (кгс/см²)·мин⁻¹. В этих опытах частота нажатий на педаль увеличивалась в среднем на 16% (P<0,05) при надпороговом и на 10% (P<0,05) при оптимальном напряжении. При этом у животных не было отмечено каких-либо внешних признаков азотного наркоза (рисунок, в) а также в азотно-кислородной смеси под давлением 2,4 кгс/см².

Итак, несмотря на то, что повышенное парциальное давление гелия и азота разнонаправленно влияет на интенсивность самостимуляции, их совместное действие под общим давлением 40 кгс/см² оказывает угнетающее влияние на частоту нажатий на педаль при обеих использованных скоростях компрессии.

Наряду с использованием медленной скорости компрессии для предупреждения проявлений НСВД, некоторое распространение получил способ добавки в гелио-кислородную смесь относительно небольшого количества азота. Применение в водолазной практике тримиксов (гелий — азот — кислород), по данным одних авторов [7, 9], снимало некоторые негативные симптомы НСВД (например, тремор) однако, по данным двух авторов [8, 10], использование тримиксов с содержанием азота 4% и выше не только не улучшало состояния испытуемых, но, судя по показаниям различных психофизиологических тестов и ЭЭГ, даже несколько усугубляло его. Результаты наших экспериментов также не выявили достоверных различий между изменениями интенсивности самостимуляции в гелио-кислородной и гелио-азотно-кислородной смесях под давлением 40 кгс/см² при относительно медленной — 0,5 (кгс/см²)·мин⁻¹ и относительно быстрой — 1,0 (кгс/см²)·мин⁻¹ скорости компрессии. Видимо, добавление к гелио-кислородной смеси некоторого количества азота в какой-то мере может снижать двигательные расстройства при НСВД, но не оказывает действия на другие его проявления, в частности, на угнетение психофизиологических реакций и положительного эмоционального состояния. Однако, как обнаружено в наших опытах, в отличие от газовых смесей, основным компонентом которых является гелий, в нормоксической азотно-кислородной среде под давлением 2,4 кгс/см² интенсивность самостимуляции повышается. Эксперименты, проведенные другими исследователями также показали, что, например, у котов исследуемая реакция в азотно-кислородной среде с повышением давления от 3 до 10 кгс/см² прогрессивно увеличивается [1]. Это позволило авторам сделать вывод об активирующем влиянии высокого парциального давления азота на систему положительного подкрепления.

Таким образом, несмотря на то, что повышенное парциальное давление гелия и азота разнонаправленно влияет на интенсивность реакции самостимуляции, их совместное действие оказывает эффект, выражающийся в угнетении положительного эмоционального состояния животных. Возможно, добавление азота в гелио-кислородную смесь может уменьшить или замаскировать лишь «внешние» моторные проявления НСВД, не затрагивая при этом структур ЦНС, которые ответственны за изменения, обнаруживаемые с помощью ЭЭГ, реакции самостимуляции или психофизиологических тестов.

SELF-STIMULATION BEHAVIOUR OF RABBITS IN DIFFERENT GAS MIXTURES UNDER HIGH PRESSURE

Self-stimulation of rabbits in heliox at high pressure was decreased. That effect was potentiated by rapid compression. Addition of 2% or 6% nitrogen to heliox exerted no influence on the self-stimulation behavior.

I.P.Pavlov Institute of Physiology,
Academy of Sciences of Russia, St.-Peterbourg

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметова Г. К., Поляков Е. Л., Трошихин Г. В. Реакция самостимуляции у кошек в азотно-кислородной среде под повышенным давлением // Физиол. журн. СССР.—1981.—67,10.—С.1476—1479.
2. Гуляр С. А. Транспорт респираторных газов при адаптации человека к гипербарии.—К: Наук.думка.—1988.—296 с.
3. Поляков В. П., Сапова Н. И., Павлова Т. А., Броневицкая Е. А. Методические подходы к исследованию функционального состояния организма водолазов // Организм в условиях гипербарии.—Л.:Наука 1984.— С.22—26.
4. Симонов П. В. Эмоциональный мозг.—М.:Наука.—1981.—215 с.
5. Трошихин Г. В., Донина Ж. А. Терморегуляторные реакции у животных в гелио-кислородной атмосфере под повышенным давлением // Физиол. журн. СССР.—1977.—63, № 1.—с.146—149.
6. Трошихин Г. В., Немчина Н. Т., Погодин М. А. Реакция дыхания на двуокись углерода в зависимости от эмоционально-психического состояния испытуемых // Функциональная организация дыхательного центра и его связи с другими системами.—Куйбышев, 1990.—С.165—168.
7. Burgess D. V. Psychomotorics: questions to neurophysiology// Advances in physiological sciences.—Proc.28th Int.Congr.Physiol. Sci.—1980.—17.—P.165—167.
8. Hambleman B. H. V., Florio J. T., Garrard M. P. U.K. deer diving trials //Phill. Trans.Roy.Soc.London.—1984.—B304, № 1118.—P.119—140.
9. Lemaire C., Murphy E. L. Longitudinal study of performance after deep compressions with heliox and He-O₂-N₂ //Undersea Biomed. Res.—1976.—3, №3.—P.205—216.
10. Naquet R. Man and subhuman mammals. High pressure nervous syndrome, singular or plural? //Proc.28th Int.Congr.Physiol. Sci.—1980.—13.—P.169—173.
11. Olds J. Selfstimulation on the brain//Science.—1958.—№127.—P.315.

Ин-т физиологии им.И.П.Павлова
АН Российской Федерации, Санкт-Петербург

Материал поступил
в редакцию 10.12.91

УДК 612.111.7:613.13

В. П. Міщенко, Діана Мартін, Хорхе Лозано, С. В. Ардашева, І. М. Звягольська

Сезонні зміни функціональних властивостей тромбоцитів у жителів деяких територіальних регіонів України і Куби

Показатели микроциркуляторного гемостаза у здоровых людей, жителей Украины и Кубы, изменяются в зависимости от сезона года, что в определенной мере обусловлено сезонным изменением активности перекисного окисления липидов и резерва антиоксидантной защиты организма человека. Обнаружено, что число тромбоцитов, их ретрактильные и адгезивные свойства у жителей Украины и Кубы изменяются на протяжении года практически однонаправленно, а коагулологические и фибринолитические — разнонаправленно. Показано, что результаты, полученные в одном регионе земного шара, нельзя полностью переносить в другой регион с целью использования их в лечебной практике.

© В. П. МІЩЕНКО, ДІАНА МАРТІН, ХОРХЕ ЛОЗАНО, С.В.АРДАШЕВА, І.М.ЗВЯГОЛЬСЬКА, 1992.

ISSN 0201-8489. Физиол. журн. 1992. Т. 38, № 4