

УДК 612.223.1

Е. В. Розова, М. М. Середенко

О ВЛИЯНИИ СНИЖЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ВДЫХАЕМОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

Вопрос о влиянии изменений физических свойств вдыхаемого газа (в частности, его плотности) на внешнее дыхание, газообмен, кислородтранспортную функцию крови изучен недостаточно. Между тем решение его приобретает все большее значение в связи с часто производимой в последнее время в физиологическом эксперименте, клинической практике, при проведении специальных работ заменой азота вдыхаемого воздуха другими недыхательными газами различной плотности. Наиболее распространено на практике снижение плотности вдыхаемого газа при замене азота воздуха на гелий.

Однако в литературе существуют разные мнения относительно влияния плотности газовой смеси на функцию внешнего дыхания и особенности транспорта кислорода в легких [1, 14]. Кроме того, высказываются различные мнения о целесообразности подобных изменений в каждом конкретном случае [6, 9].

Мы исследовали влияние газовых смесей различной плотности с нормальным и повышенным содержанием кислорода на внешнее дыхание у здоровых людей среднего возраста.

Методика исследований

Обследовано девять здоровых людей в положении лежа, в состоянии покоя, которые через клапанную маску дышали атмосферным воздухом, а также газовыми смесями следующего состава: 21% O_2 + 79% He; 40% O_2 + 60% N_2 ; 40% O_2 + 60% He. Длительность экспозиции каждой газовой смеси составляла 15 мин. В ходе исследования производили непрерывную регистрацию частоты дыхательных движений (f), дыхательного объема (V_e) и минутного объема дыхания ($\dot{V}_e$). Состав выдыхаемого и альвеолярного газов анализировали с помощью оксиганализатора ММГ-7, газоанализатора ГУМ-2 и масс-спектрометра МХ 6202. В последующем рассчитывали альвеолярную вентиляцию по кислороду ($\dot{V}_A$), физиологическое мертвое пространство по кислороду (V_D) и отношение V_A/V_e . В исходном состоянии, а также в конце экспозиции каждой газовой смеси брали пробы артериализованной крови, в которой определяли PO_2 (PaO_2) с помощью полярографической установки PO_2 -электродом типа Е 5046 фирмы «Радиометр» (Копенгаген, Дания).

Результаты исследований и их обсуждение

В I серии исследований испытуемые дышали атмосферным воздухом и газовой смесью, содержащей 21% O_2 + 79% He. При переходе на дыхание гелио-кислородной смесью отмечено незначительное снижение V_e при отсутствии изменений f , так что это изменение было вызвано некоторым уменьшением V_e (рис. 1). Подобная реакция внешнего дыхания находит подтверждение в некоторых исследованиях [10], хотя есть данные, указывающие на неизменность исследуемых параметров в подобных условиях [3], или же на их возрастание при снижении плотности вдыхаемой газовой смеси [2].

Кроме того, нами обнаружена тенденция к уменьшению показателя V_A/V_e . Такое изменение данного показателя, если исходить из оценки кислородного режима организма [4, 5], свидетельствует о снижении эффективности деятельности системы внешнего

дыхания в обеспечении организма кислородом. Однако, отличные от азота физические свойства гелия, сказывающиеся на особенностях транспорта кислорода в аппарате дыхания, не позволяют в данный момент дать истинную оценку наблюдаемым сдвигам.

В непосредственной связи со снижением V_A находится и изменение V_D . Несмотря на меньшую плотность и большую «диффузионность» гелия [12], вначале экспозиции гелио-кислородной смеси, содержащей 21% O_2 , наблюдается увеличение V_D . Подобные результаты можно связать с мнением ряда авторов о том, что в смесях O_2 с He должна

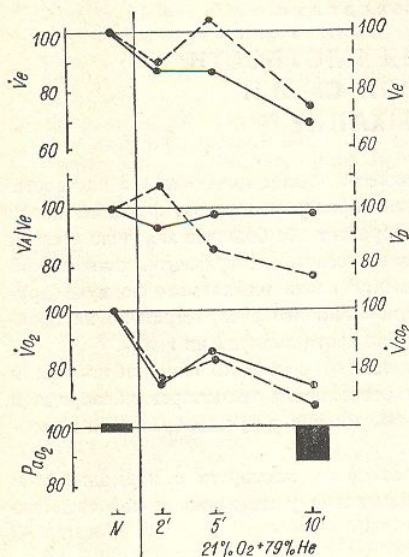
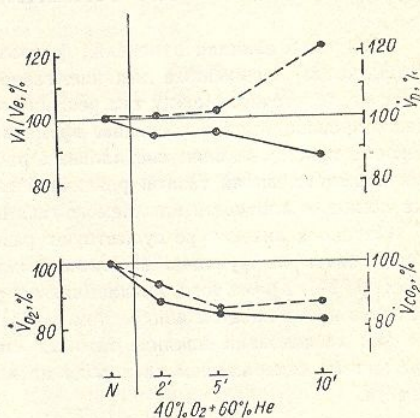


Рис. 1. Изменения основных показателей внешнего дыхания и газообмена, в % от исходной величины (по вертикали) при дыхании нормоксической O_2 -He смесью.

По горизонтали — время (в мин). Сплошная линия — левая шкала, штриховая — правая.

Рис. 2. Изменения основных показателей внешнего дыхания и газообмена (за 100% принята величина этих же показателей в аналогичные минуты дыхания гипероксической O_2 - N_2 смесью) при дыхании гипероксической O_2 -He смесью.

Условные обозначения см. рис. 1.



уменьшаться осевая и возрастать радиальная диффузия кислорода вследствие высокого коэффициента диффузии O_2 в He [12—14]. Это может привести к снижению эффективности транспорта кислорода в легких.

В данной серии исследований было отмечено снижение уровня окислительного метаболизма в организме испытуемых, что выражалось в уменьшении $\dot{V}O_2$ и $\dot{V}CO_2$.

В литературе есть немногочисленные данные о снижении PaO_2 на 6—9% от исходного уровня при дыхании кислородом с недыхательными газами низкой плотности [11]. Полученные нами данные согласуются с этой точкой зрения. Возможно, недонасыщение крови кислородом происходит вследствие ухудшения диффузионных свойств ткани легких.

II серия исследований заключалась в определении различной реакции внешнего дыхания и газового обмена организма на вдыхание гипероксических N_2+O_2 и $He+O_2$ газовых смесей. Первичная реакция системы внешнего дыхания на вдыхание гипероксических N_2+O_2 и $He+O_2$ смесей соответствовала литературным данным, особенно в отношении реакции на газовую смесь с азотом [7, 8]. К наиболее характерным отличиям ответной реакции организма на замену N_2 смеси на He можно отнести снижение абсолютных показателей V_A/V_E (наряду с незначительным его возрастанием при азотной гипероксии (см. рис. 2). Это снижение происходит на фоне отсутствия изменений

V_E , что свидетельствует об у

хания. V_D при этом проявляе

Что же касается газос

следует отметить менее вы

с наблюдаемыми при азотн

риализованной крови остае

логичной по кислороду азот

Таким образом, получ

влиянии снижения плотност

людей. Причем, это влияни

функции дыхания, что с т

смесей может рассматриват

родом.

В связи с тем, что за

щийся от N_2 по своим физ

изменениям особенностей т

дальнейшем изучении.

1. Анохин М. И., Васильевский на аэродинамический путь. — В кн.: Ново, 1972, 2, с. 108—109.
2. Бреслав И. С., Жиронки и человеком азот-кислородной смеси. — В кн.: СССР, 1965, 51, № 12, с. 12.
3. Кулик А. М. Дыхание легких. — Бюл. exper. биол. и мед., 1965, 11, № 1, с. 1—2.
4. Лауэр Н. В., Колчинский организм на разных этапах регуляции в онтогенезе. — В кн.: Физиология человека, 1965, 1, с. 1—2.
5. Лауэр Н. В., Колчинский родн. режим организма. — В кн.: Физиология человека, 1965, 1, с. 1—2.
6. Острейков И. Ф. Примечания к исследованию дыхания в период. — Вестн. АН УССР, 1965, 1, с. 1—2.
7. Середенко М. М., Лауэр Н. В. Газообмен у здоровых людей. — Физиол. журн. СССР, 1965, 11, № 1, с. 1—2.
8. Середенко М. М., Хвуд Зовнішнє дихання та його змісту кисню у вдихуваному повітрі. — В кн.: Зовнішнє дихання та його змісту кисню у вдихуваному повітрі, 1965, 1, с. 462—468.
9. Слепых А. С., Костин А. В. Дыхание новорожденных. — Педиатрия, 1965, 40, № 1, с. 1024—1027.
10. Хвалибова Р. И. Вентиляция легких в условиях пониженного давления. — В кн.: VII Межд. конгресс физиологии, 1976, с. 226.
11. Liew H. D. van, Mazzone R. W. Pulmonary gas transport in man. — N 1, p. 27—34.
12. Mazzone R. W., Model of pulmonary gas transport in man. — N 1, p. 1—15.
13. Worth H., Takahashi H. Gas exchange in man. — N 1, p. 1—15.

Отдел физиологии
Института физиологии им.
АН УССР,

V_e , что свидетельствует об уменьшении доли V_A во всем объеме минутного объема дыхания. V_D при этом проявляет тенденцию к возрастанию.

Что же касается газообменной функции внешнего дыхания, то в данном случае следует отметить менее выраженное увеличение $\dot{V}_{O_2}$ и снижение $\dot{V}_{CO_2}$ по сравнению с наблюдаемыми при азотно-кислородной гипероксии. Напряжение же кислорода артериализованной крови остается примерно на таком же уровне, как и при дыхании аналогичной по кислороду азотно-кислородной гипероксической смесью.

Таким образом, полученные нами данные дают представление об определенном влиянии снижения плотности вдыхаемой газовой смеси на внешнее дыхание здоровых людей. Причем, это влияние оказывается как на вентиляторной, так и на газообменной функции дыхания, что с точки зрения воздействия на организм азотно-кислородных смесей может рассматриваться как некоторое ухудшение снабжения организма кислородом.

В связи с тем, что замена в газовой смеси азота на гелий, значительно отличающийся от N_2 по своим физическим свойствам, приводит к недостаточно еще понятным изменениям особенностей транспорта кислорода в легких, вопрос этот нуждается в дальнейшем изучении.

Литература

1. Анохин М. И., Васильев Г. С., Острейков И. Ф. Влияние гелий-кислородных ингаляций на аэродинамическое сопротивление и газообмен у детей с обструкцией дыхательных путей.— В кн.: Современные проблемы биохимии дыхания и клиника. Иваново, 1972, 2, с. 108—109.
2. Бреслав И. С., Жиронкин А. Г., Салацкая Е. Н. Об активном выборе животными и человеком азотно-кислородных и гелио-кислородных смесей.— Физиол. журн. СССР, 1965, 51, № 12, с. 1501—1506.
3. Кулик А. М. Дыхание смесью He с O_2 в условиях затрудненного воздухообмена в легких.— Бюл. экспер. биол. и мед., 1960, № 5, с. 32—36.
4. Лауэр Н. В., Колчинская А. З. О системе регулирования кислородного режима организма на разных этапах онтогенетического развития.— В кн.: Нейрогуморальная регуляция в онтогенезе. Матер. симпози., Киев, 1964, с. 29—31.
5. Лауэр Н. В., Колчинская А. З. О кислородном режиме организма.— В кн.: Кислородный режим организма и его регуляц. Киев: Наукова думка, 1966, с. 3—15.
6. Острейков И. Ф. Применение гелий-кислородных смесей у детей в послеоперационном периоде.— Вестн. АМН СССР, 1972, № 7, с. 13—16.
7. Середенко М. М., Лауэр Н. В., Хвиль Г. М., Вишняк С. М. Зовнішнє дихання та газообмін у здорових новонароджених дітей в умовах дихання повітрям, збагаченим киснем.— Физиол. журн. АН УРСР, 1975, 21, № 2, с. 207—214.
8. Середенко М. М., Хвиль Г. М., Виноградов В. П., Серебровська Т. В., Розова К. В. Зовнішнє дихання та газообмін у здорових дітей в умовах підвищеного та зниженого вмісту кисню у вдихуванному повітрі.— Физиол. журн. АН УРСР, 1977, 23, № 4, с. 462—468.
9. Слепых А. С., Костин Э. Д., Кучинский Ю. П., Вановская И. В. Применение кислородно-гелиевых смесей для устранения недостаточности функции внешнего дыхания у новорожденных.— Педиатрия, 1974, № 6, с. 16—21.
10. Хвалибова Р. И. Вентиляторные реакции человека на гипоксию и гиперкапнию в условиях пониженного сопротивления дыханию.— Физиол. журн. СССР, 1976, 62, № 7, с. 1024—1027.
11. Яхонтов Б. О. Газообмен в легких при дыхании газовыми смесями различной плотности.— В кн.: VII Междунар. симпозиум по морской медицине. Одесса, 1976.— М., 1976, с. 226.
12. Liew H. D. van, Mazzone R. W. Mixing in flowing gas.— Respirat. Physiol., 1977, 30, N 1, p. 27—34.
13. Mazzone R. W., Modell H. J., Farhi L. E. Interaction of convection and diffusion in pulmonary gas transport.— Respirat. Physiol., 1976, 28, N 2, p. 217—225.
14. Worth H., Takahashi H., Willmer H., Püper J. Pulmonary gas exchange in dogs ventilated with mixtures of oxygen with various inert gases.— Respirat. Physiol., 1976, 28, N 1, p. 1—15.

Отдел физиологии дыхания
Института физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила в редакцию
19.X 1978 г.