

И. С. БРЕСЛАВ, Н. Н. КАРИЕВ

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ РЕГУЛЯЦИИ ДЫХАНИЯ УРОЖЕНЦЕВ ВЫСОКОГОРЬЯ

(Представлено академиком Е. М. Крепсом 28 IX 1970)

Компенсаторное повышение легочной вентиляции, вызванное гипоксемической стимуляцией хеморецепторов артериального русла — синокаротидных и аортальных, имеет место у человека при подъеме на высоту и в какой-то степени сохраняется у него даже при длительном пребывании в условиях высокогорья (4). Вместе с тем в последние годы опубликованы исследования, свидетельствующие о возможности принципиально иного пути приспособления организма к высокогорной гипоксии.

Ряд зарубежных авторов (7-10) сообщает, что у тех людей, которые родились и провели детство в горах — Андах и Гималаях, — резко понижены дыхательные реакции на недостаток кислорода. Это проявляется в отсутствии нарастания (или очень слабом нарастании) легочной вентиляции при вдыхании гипоксических газовых смесей, а также в значительном уменьшении эффекта снижения вентиляции при кратковременном вдыхании кислорода. Важно, что такая пониженная реакция на гипоксический стимул сохраняется у аборигенов высокогорья и во время пребывания их на уровне моря. Указанные авторы склонны объяснить данный феномен пожизненным ослаблением чувствительности артериальных хеморецепторов.

В отечественной литературе имеются пока только отдельные указания (1, 5) на менее выраженную гипервентиляцию у коренных жителей Тянь-Шаня и Памира по сравнению с вновь прибывшими в горы.

В настоящем исследовании мы попытались установить, имеет ли место утрата вентиляторной реакции на гипоксический стимул у обитателей наиболее высокогорного района СССР — Памира.

Исследования проводились в пос. Мургаб (Восточный Памир, высота 3,6 тыс. м над уровнем моря).

Были обследованы две группы здоровых людей в возрасте от 18 до 39 лет, по 10 человек в каждой: 1) уроженцы данной местности; 2) прибывшие из равнинных районов, прожившие в Мургабе от одного до четырех лет.

Изучались дыхательные реакции исследуемых на кратковременные ингаляции газовых смесей с различным парциальным давлением кислорода. Использованы следующие дыхательные смеси: 1) воздушная, т. е. имеющая состав атмосферы на высоте 3,6 тыс. м (21% O₂, P_{O₂} = 102 мм рт. ст.); 2) гипоксическая (13,4% O₂; P_{O₂} = 65 мм рт. ст.); 3) гипероксические по отношению к атмосфере на данной высоте, в том числе соответствующая парциальному давлению кислорода на уровне моря (33% O₂, P_{O₂} = 159 мм рт. ст.), и почти чистый кислород (P_{O₂} = 475 мм рт. ст.).

Каждый опыт заключался в попеременном (по 10 мин.) дыхании двумя из указанных смесей с последующим выбором самим исследуемым одной из них. Регистрировали динамические параметры дыхания, состав альвеолярного воздуха, оксигенацию артериальной крови и пр. Более подробно методика описана нами ранее (2). В одном из экспериментов

определялась вентиляторная реакция на вдыхание двух дыхательных объемов кислорода — «кислородный тест» (6).

Результаты исследования показали, что во время дыхания обычным воздухом объем легочной вентиляции у приезжих был примерно таким же, как и у коренных жителей Мургаба (в среднем около 10 л/мин., что составляет более 160% к должным величинам минутного объема дыхания (м.о.д.) для обследуемых лиц). Почти одинаковыми у обеих групп оказалась степень гипоксии (альвеолярное напряжение CO_2 около 31 мм рт. ст.), а также гипоксемии (насыщение артериальной крови кислородом в среднем 84—85%).

Определенная разница между двумя группами исследуемых выявилась в отношении их реакций на изменение содержания кислорода во вдыхаемых смесях.

Гипоксическая смесь вызывала у приезжих уже на первой минуте дыхания бурный рост вентиляции (рис. 1), которая к десятой минуте несколько снижалась. Уроженцы же Мургаба реагировали на эту смесь более постепенным, но зато более стойким увеличением м.о.д. Оксигенация крови у обеих групп к десятой минуте снижалась почти одинаково. Все без исключения исследуемые избегали дышать гипоксической смесью, предпочитая обычный воздух.

Как известно, в условиях кислородной недостаточности вдыхание кислорода, компенсируя гипоксемию и вызывая «физиологическую денервацию» хеморецепторов, устраняет гипервентиляцию и, по крайней мере в первый момент, снижает м.о.д. В частности, это явление наблюдается у человека на больших высотах в горах и в барокамере (1, 3). Правда, такое угнетение вентиляции бывает нестойким: если дыхание кислородом продолжается, оно сменяется некоторым повышением м.о.д. (зачастую сверх исходного уровня) за счет вторичных сдвигов — подкисления крови, накопления CO_2 и др. (6).

В данной серии экспериментов дыхание гипероксическими смесями (рис. 2) сопровождалось у приезжих начальным падением легочной вентиляции, в то время как уроженцы Мургаба сразу реагировали ее повышением, причем у последних рост оксигенации крови был соответственно несколько больше, чем у приезжих. В условиях активного выбора приезжие примерно в 70% случаев предпочли дышать гипероксическими смесями по сравнению с воздухом. Коренные жители показали почти обратное соотношение.

После вдыхания двух объемов кислорода вентиляция в течение следующей минуты оказалась сниженной по отношению к исходному уровню у приезжих в среднем на 16%, а у аборигенов — только на 8%.

Итак, можно отметить следующие особенности реакций на применявшиеся дыхательные смеси, по которым обследованные нами уроженцы Мургаба отличались от приезжих лиц.

1. Более медленный рост легочной вентиляции при дыхании гипоксической смесью. Данный факт можно объяснить пониженной чувствительностью соответствующих рефлекторных механизмов к дефициту кислорода в артериальной крови.

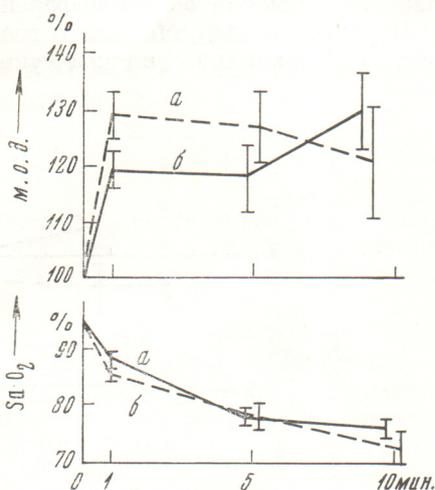


Рис. 1. Реакции на вдыхание гипоксической смеси (13,4% O_2), а — уроженцы Мургаба, б — приезжие. $Sa\text{O}_2$ — насыщение крови кислородом в процентах

2. Извращенная вентиляционная реакция на переход к вдыханию гипероксической смеси, а также малая эффективность (по величине падения м.о.д.) «кислородного теста». Видимо, фоновая гипоксическая стимуляция из артериальных хеморецепторов здесь настолько слаба, что ее включение почти не сказывается на дыхании.

3. Отсутствие у человека стремления дышать смесями с повышенным содержанием кислорода, хотя эти смеси устраняют высотную гипоксемию. Такое явление можно рассматривать как еще одно свидетельство слабости гипоксемической афферентации.

Перечисленные особенности говорят о том, что у коренных обитателей высокогорья влияние гипоксического стимула на дыхание заметно ослаб-

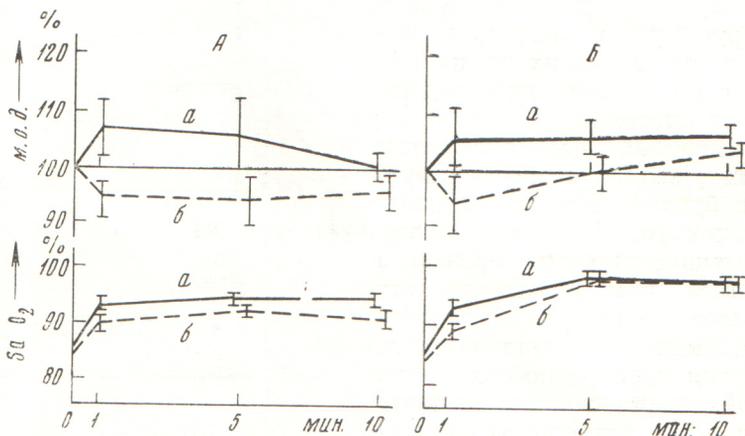


Рис. 2. Реакции на вдыхание гипероксических смесей: 33% O₂ (А), 98% O₂ (Б). Обозначения те же, что и на рис. 1

лено. Правда, мы не наблюдали почти полного отсутствия реакции на гипоксемию, описанной цитированными выше зарубежными исследователями. Однако приходится учесть, что там речь шла о людях, постоянно проживающих на высотах 4,5 тыс. м над уровнем моря и более. Нами же обследованы люди, живущие на значительно меньшей высоте (3,6 тыс. м).

Во всяком случае становится все более неоспоримым тот факт, что уроженцы высокогорья могут приспосабливаться к дефициту кислорода не за счет сохранения постоянной гипоксемической стимуляции дыхания, а другими, вероятно, более целесообразными путями, рассмотрение которых выходит за рамки настоящего сообщения.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР
Ленинград

Поступило
22 IX 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ К. Ю. Ахмедов, Внешнее дыхание и его регуляция в условиях высокогорной гипоксии, Диссертация, Душанбе, 1967. ² И. С. Бреслав, Восприятие дыхательной среды и газопреферendum у животных и человека, Л., 1970. ³ И. С. Бреслав, Е. Н. Саладинская, А. М. Шмелева, Физиол. журн. СССР, 56, 3, 400 (1970). ⁴ Г. А. Давыдов, Сборн. Пробл. космич. медицины, М., 1966, стр. 143. ⁵ М. М. Миррахимов, Сборн. Физиология человека в природных условиях СССР, Л., 1969, стр. 135. ⁶ P. Dejours, *Physiol. Rev.*, 42, № 3, 335 (1962). ⁷ S. Lahiri, F. F. Kao et al., *Respirat. Physiol.*, 6, 3, 360 (1969). ⁸ R. Lefrançois, H. Gautier et al., *J. Physiol. (Paris)*, 58, 2, 245 (1966). ⁹ S. S. Sorensen, J. W. Sewerlinghaus, *J. Appl. Physiol.*, 25, 3, 241 (1968). ¹⁰ T. Velásquez, C. Martinez et al., *Respirat. Physiol.*, 5, 1, 241 (1968).