

УДК 612.223.273.1:612.26

А. И. Назаренко, Т. Н. Говоруха

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ГИПЕРОКСИЧЕСКИХ ГЕЛИЕВО-КИСЛОРОДНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА ТКАНЯМИ БЕЛЫХ КРЫС

В последние годы широко применяются гелиево-кислородные газовые смеси с различной, чаще повышенной концентрацией кислорода. Литературные данные содержат разноречивые сведения о влиянии гелийсодержащих газовых смесей на функцию дыхания, транспорт кислорода в легких, кислород-транспортную функцию крови, тканевое дыхание. До сих пор нет также единого физиологического обоснования целесообразности применения гелиево-кислородных смесей в каждом конкретном случае. Особенно немногочисленны сведения о действии гелиево-кислородных смесей с повышенным парциальным давлением кислорода в них, а имеющиеся по этому вопросу данные весьма разноречивы [3, 4].

Мы исследовали влияние гипероксических гелиево-кислородных газовых смесей на потребление кислорода тканями печени и легких белых крыс.

Методика. Опыты проведены на 60 половозрелых крысах-самцах массой 150—200 г. Животных в течение 1 ч экспонировали в камере объемом 6 л, через которую с помощью микрокомпрессора продували гелиево-кислородную гипероксическую газовую смесь (скорость подачи смеси — 6 л/мин). Затем животных быстро извлекали из камеры и декапировали; легкие промывали физиологическим раствором. Манометрическим методом Варбурга определяли потребление кислорода кашицами ткани печени и легких. Результаты выражали в мкл O_2 , поглощенного тканью за 1 ч в пересчете на 1 мг сухого веса ткани (Q_{O_1}). В исследованиях использовали два вида гипероксических гелиево-кислородных газовых смесей: с 40 % кислорода (парциальное давление O_2 — 357,2 гПа) и с 70 % кислорода (парциальное давление O_2 — 625,1 гПа).

Результаты и их обсуждение. В первой серии опытов исследования проводили на тканях интактных крыс. Измельченную ткань печени и легких помещали в параллельные сосудики Варбурга, заполненные воздухом, 40 % гелиево-кислородной газовой смесью. Полученные в этой серии экспериментальные данные представлены на рис. 1, из которого видно, что в условиях гипероксической гелиево-кислородной газовой смеси с 40 % O_2 ткани печени и легкого интактных крыс поглощают кислород более интенсивно, чем в воздухе и азотно-кислородной гипероксической среде. Так, в контроле Q_{O_2} печени составляло $4,4 \pm 0,2$; в азотно-кислородной гипероксической смеси — $5,6 \pm 0,2$; в гелиево-кислородной — $6,3 \pm 0,2$. Потребление кислорода тканью легкого было соответственно: $3,9 \pm 0,1$; $4,5 \pm 0,1$; $5,2 \pm 0,1$. Исследования, проведенные в нашем отделе О. С. Клименко полярографическим методом, также показали более значительное повышение скорости дыхания ткани печени в гелиево-кислородной гипероксической газовой среде с 40 % O_2 . Так, в состоянии покоя (4п) скорость дыхания ткани печени в среде с азотным разбавителем увеличивалась на 29 % (по отношению к воздуху), с гелиевым разбавителем — на 34,8 %, в состоянии отдыха (4о) — соответственно на 7 и 11 %.

Повышение содержания кислорода в обеих газовых смесях до 70 % вызывало более значительное, чем в предыдущих опытах, повы-

шение потребления кислорода тканью печени, особенно в гелиевой смеси (в азотно-кислородной смеси Q_{O_2} равно $5,7 \pm 0,2$; в гелиево-кислородной — $7,0 \pm 0,1$) и некоторое снижение потребления кислорода тканью легких (в азотно-кислородной смеси Q_{O_2} — $5,0 \pm 0,2$; в гелиево-кислородной — $4,1 \pm 0,1$).

В литературе почти нет данных об определении потребления кислорода тканями intactных животных в условиях насыщения гелиево-кислородными гипероксическими газовыми смесями *in vitro*. Есть лишь одна статья [6], где описано потребление кислорода кусочками печени крыс в условиях гипероксических газовых смесей; в качестве

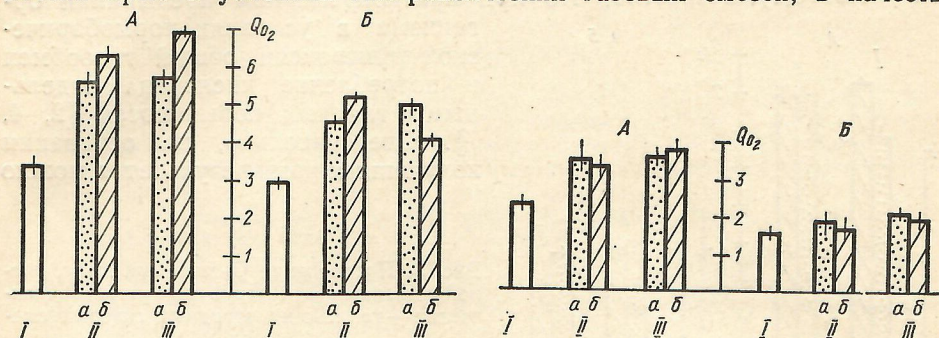


Рис. 1. Потребление кислорода тканью печени (А) и легких (Б) intactных крыс в атмосфере гипероксических азотно (а)- и гелиево-кислородных (б) газовых смесей с различным содержанием кислорода.

I — 21, II — 40, III — 70 % O_2 .

Рис. 2. Потребление кислорода гомогенатами печени (А) и легких (Б) intactных крыс в атмосфере гипероксических азотно- и гелиево-кислородных газовых смесей.

Остальные обозначения см. рис. 1.

контроля использовался чистый кислород. Авторы пришли к выводу, что в атмосфере гелиево-кислородной газовой среды потребление кислорода изучаемой тканью снижается.

Обнаруженное в наших экспериментах некоторое снижение потребления кислорода тканью легких в атмосфере гелиево-кислородной газовой смеси, содержащей 70 % O_2 , связано с токсическим действием высокой концентрации кислорода на ткань легкого.

Часть опытов по измерению потребления кислорода в гипероксических гелиево-кислородных смесях *in vitro* была проведена на гомогенатах ткани печени и легких. Показано, что в обеих гипероксических смесях потребление кислорода гомогенатами исследуемых тканей повышается (рис. 2). Но между интенсивностью дыхания в азотно-кислородной и гелиево-кислородной гипероксической смеси различий нет.

Во второй серии исследований определяли потребление кислорода тканями крыс, экспонированных в течение 1 ч в камере, через которую пропускали гипероксическую гелиево-кислородную газовую смесь с 40 или 70 % O_2 . Контролем служили intactные животные.

Согласно имеющимся в литературе данным, при кратковременном воздействии нормобарической гипероксии происходит усиление обменных процессов, ускорение сгорания веществ, что, видимо, имеет защитный характер, так как направлено на уменьшение напряжения кислорода в тканях [2]. Наблюдаемое при этом повышение потребления кислорода связывают с различными факторами. В частности, некоторые исследователи объясняют повышение потребления кислорода и сохранение высокого уровня макроэргов в начальной фазе действия нормобарической гипероксии стимулирующим влиянием кислорода на симпато-адреналовую систему; известно, например, что в крови животных, находившихся в гипероксических средах при атмосферном давлении, увеличивается содержание норадреналина и кортико-стероидов [4]. В наших опытах после экспозиции в камере крыс быст-

ро декапитировали; ткани печени и легких помещали в сосудики Варбурга, заполненные воздухом, гипероксической азотно-кислородной и аналогичной по содержанию кислорода гелиево-кислородной газовыми смесями. Данные этой серии опытов представлены на рис. 3, из которого видно, что после пребывания крыс в атмосфере гелиево-кислородной газовой смеси с 40 % O_2 потребление кислорода тканью печени повышается. Это повышение в условиях гелиево-кислородной смеси (в сосудике Варбурга) более значительно, чем в азотно-кислородной смеси (в азотно-кислородной смеси — $5,8 \pm 0,3$; в гелиево-кислородной — $7,2 \pm 0,1$). Известно, что при кратковременном пребывании ор-

ганизма в условиях нормобарической гипероксии общий газообмен и потребление кислорода отдельными тканями повышаются [2, 4, 7]. Следовательно, на основании полученных нами результатов можно

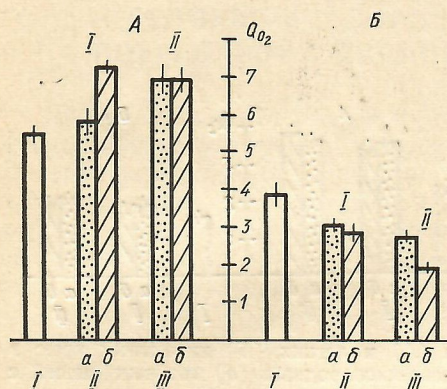


Рис. 3. Потребление O_2 тканями крыс, экспонированных в течение 1 ч в гипероксических — гелиево-кислородных газовых смесях.

Ткани инкубировались в воздухе, а также азотно- и гелиево-кислородных гипероксических средах. Условные обозначения см. рис. 1.

считать, что в атмосфере гелиево-кислородной газовой среды, содержащей 40 % O_2 , эффект гипероксии, благодаря наличию в смеси гелия, усиливается.

Если животных экспонировали в гипероксической гелиево-кислородной газовой среде, содержащей 70 % O_2 (рис. 3), ткань печени потребляла кислород интенсивнее, чем в контроле, но различий в потреблении кислорода в атмосфере азотно-кислородной и гелиево-кислородной газовых смесей не было выявлено (Q_{O_2} в азотно-кислородной среде составляло 6,8; в гелиево-кислородной — 6,9). Полученные результаты свидетельствуют о том, что при высоких степенях гипероксии преобладающее действие оказывает содержание кислорода; на фоне этого действия усиливающее гипероксию влияние гелия практически не реализуется.

Потребление кислорода тканью легкого в обеих группах опытов (экспозиция в 40 и 70 % гелиево-кислородной гипероксической смеси) во всех газовых средах в сосудиках Варбурга было сниженным (рис. 3). Очевидно, гипероксическая гелиево-кислородная газовая смесь оказывает токсическое влияние на ткань легкого, непосредственно контактирующую с вдыхаемой смесью.

В литературе имеется ряд работ, где изучался общий газообмен и метаболизм тканей при действии на организм гипероксических гелиево-кислородных газовых смесей. Описано [3] снижение газообмена при длительном действии гипероксических азотно-кислородных и гелиево-кислородных газовых смесей. При изучении влияния гипероксических гелиево-кислородных газовых смесей на интенсивность дыхания и окислительного фосфорилирования митохондрий коры головного мозга крыс обнаружено [5], что замена азота воздуха гелием в этих условиях не отражается на уровне тканевого метаболизма, и только при содержании O_2 в газовой среде, равном 60 %, потребление кислорода снижается на 19 %. Эти же исследователи отмечают, что снижение общего газообмена и угнетение окислительного обмена наблюдается, как правило, при длительном (от 2 сут и более) пребывании организма в атмосфере гипероксической гелиево-кислородной среды. В течение же первых суток, напротив, отмечается повышение общего обмена и тканевого дыхания, что наблюдается и в наших опы-