

А.Н. Булахов, А.Г. Николаева, Э.А. Доценко, Г.И. Юпатов

Состояние бронхолегочного аппарата человека при гипобарической гипоксии и адаптации к ней

Показано, що гіпобарична гіпоксія (ГГ) релаксує гладку мускулатуру бронхів, усуває бронхоспазм. Відзначено підвищення форсованої швидкості видиху за 1 с через місяць після закінчення курсу, через 6 міс за першу секунду вона продовжує збільшуватися та стає статистично достовірно вищою від вихідної. Відмічено підвищення індексу Тиффно, який через 6 міс лікування наближається до 100 %.

ВВЕДЕНИЕ

Гипоксия вызывает изменения в организме, связанные с обеспечением доставки к тканям необходимого количества кислорода и адаптацией организма и тканей к функционированию в условиях кислородной недостаточности. В основе этих реакций лежат механизмы, обеспечивающие достаточное поступление кислорода в организм, несмотря на дефицит его в окружающей среде, способность тканей утилизировать кислород при его низком напряжении [1,2,9].

Первая стадия – срочной адаптации к гипоксии – характеризуется мобилизацией систем, ответственных за транспорт кислорода, развитием неспецифического стресс-синдрома и перестройкой деятельности высших отделов ЦНС. Во второй стадии – переходной адаптации – происходит активация биосинтеза нуклеиновых кислот и белков. В это время наблюдается пролиферация клеток эритроидного ряда, увеличение дыхательной поверхности легких, мощности сердечно-сосудистой системы, способности клеток головного мозга более эффективно утилизировать кислород. Третья стадия – устойчивой адаптации – характеризуется завершением формиро-

вания нового функционального состояния [7,9,12].

Кроме повышения общей неспецифической устойчивости организма, гипоксия непосредственно действует на гладкую мускулатуру бронхов, устраняя бронхоспазм. Этому способствует также стимуляция β -адренорецепторов бронхов в условиях кислородной недостаточности. Снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе устраняет избыточную элиминацию углекислоты, характерную для больных с бронхиальной обструкцией. Этот фактор также способствует расширению бронхов. Под влиянием гипоксического стимула усиливается мукоцилиарный клиренс, что наряду с дилатацией бронхов облегчает отхождение мокроты [4,6].

Цель настоящей работы – анализ результатов применения метода гипобарической гипоксии (ГГ) для купирования синдрома бронхоспазмов.

МЕТОДИКА

Для изучения особенностей функционирования бронхолегочного аппарата в условиях высокогорья, мы изучили пока-

затели спирограммы у 30 больных с признаками бронхоспазма и 15 здоровых лиц в условиях равнины и при пребывании в барокамере на высоте 3000 м над уровнем моря. Высота 3000 м была избрана в связи с ограниченной возможностью использования компьютерного спирографа МАС-1 (Республика Беларусь) в условиях пониженного барометрического давления.

Кроме того, изучены ближайшие и отдаленные результаты применения метода ГГ у 208 больных с синдромом бронхоспазма, из которых было 87 мужчин среднего возраста ($39 \pm 10,1$) лет и 121 женщина – ($42 \pm 5,1$) лет. Схема лечебного курса ГГ включала: пребывание пациентов в барокамере на высоте 3000 м над уровнем моря, на которой пациенты находились не менее 60 мин; «подъем» осуществлялся со скоростью 3 – 5 м/с, «спуск» – со скоростью 3 – 5 м/с; курс лечения состоял из 20 сеансов.

Эффективность применения гипобарокамеры оценивали путем сопоставления результатов до и после проведения курсов гипобаротерапии (через 1-6 мес).

Для оценки клинической эффективности метода ГГ проводили независимый метаанализ амбулаторных карт в поликлиниках по месту жительства 56 пациентов, прошедших курс лечения в барокамере. Анализ включал оценку количества: выписанных антиастматических средств, дней нетрудоспособности, госпитализаций в круглосуточный и дневной стационары. Указанные показатели оценивали на протяжении одного года до курса ГГ и одного года после.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследований мы изучили динамику спирографических показателей у пациентов в бронхообструкцией ($n=30$) и практически здоровых лиц ($n=15$) в условиях равнины и на высоте

3000 м над уровнем моря (табл. 1). Лица, у которых в равнинных условиях наблюдаются признаки бронхоспазма на высоте 3000 м над уровнем моря отмечали значительное улучшение состояния, исчезновение одышки, хрипов в легких. Субъективное улучшение подтверждалось и данными спирографии: достоверно увеличился объем форсированного выдоха за 1 с ($78,29 \pm 2,66$ по сравнению с $87,14 \% \pm 3,20 \%$), индекс Тиффно ($80,86 \pm 5,59$ по сравнению с $96,71 \% \pm 9,57 \%$) и некоторые другие скоростные показатели.

В то же время пребывание здоровых лиц на высоте 3000 м над уровнем моря не приводило к изменениям скоростных показателей спирограммы, но вызывало их некоторое ухудшение. При анализе данного феномена мы пришли к выводу, что он связан с тем, что в барокамере создаются благоприятные для больных бронхиальной астмой микроклиматические условия. Ранее нами было показано [5], что оптимальными для больных с синдромом бронхоспазма погодно-климатическими условиями являются низкое барометрическое давление (около 495 мм рт.ст.), пониженная относительная влажность (около 40 %), стабильная температура (18°C). Микроклимат в барокамере на высотах более 3000 м над уровнем моря совпадает с этим климатическим оптимумом.

Анализ результатов проведения лечебных курсов ГГ показал, что изменения показателей спирограммы в течение месяца после окончания курса имели положительную динамику. Отмечено повышение форсированной скорости выдоха за 1 с через месяц после окончания курса ($2,5 \pm 0,25$ по сравнению с $2,1 \text{ л/с} \pm 0,13 \text{ л/с}$; $P < 0,05$), что, по нашему мнению, свидетельствует о продолжающемся формировании «структурного следа». Через 6 мес после окончания курса ГГ форсированная скорость выдоха за первую секунду

Таблица 1. Показатели спирографии у практически здоровых лиц и лиц с бронхоспазмом при нахождении в барокамере (3000 м над уровнем моря) и вне ее (M±m)

Показатель	Здоровые люди (n=15) при пребывании на:		Лица с бронхоспазмом (n=30) при пребывании на:	
	равнине	над уровнем моря	равнине	над уровнем моря
Жизненная емкость легких, л	3,98±0,32	3,90±0,47	3,15±0,45	3,27±0,49
Дыхательный объем, л	0,88±0,11	0,91±0,18	0,76±0,09	0,93±0,14
Минутный объем дыхания, л	11,04±1,93	12,76±2,91	9,77±0,76	14,01±1,83*
Частота дыхания, мин ⁻¹	12,00±2,60	13,33±4,58	13,86±1,82	15,71±1,80
Форсированная жизненная емкость легких, л	3,82±0,37	3,74±0,53	3,19±0,50	3,44±0,43
Объем форсированного выдоха, л/с	3,40±0,30	3,36±0,48	2,01±0,48	3,01±0,43
Объем форсированного выдоха (% от форсированной жизненной емкости легких)	90,17±1,66	90,17±1,89	78,29±2,66	87,14±3,20*
Индекс Тиффно, %	85,17±1,61	85,33±2,88	80,86±5,59	96,71±9,57
Максимальная объемная скорость, л/с				
25 %	5,79±0,39	6,15±0,59	4,77±0,78	5,45±0,71
50 %	4,44±0,36	4,67±0,60	3,34±0,65	3,82±0,67
75 %	2,70±0,24	2,65±0,45	1,86±0,49	2,00±0,53
Максимальная вентиляция легких, л/мин	116,00±10,1	121,33±15,7	64,50±12,61	85,00±16,40

* достоверность различий при нахождении на равнине и высоте 3000 м, P<0,05.

ду продолжает нарастать (2,6 л/с ± 0,15 л/с; P<0,05). Происходило повышение индекса Тиффно, который через 6 мес лечения приближается к 100 % (97,5±6,1 по сравнению с 79 % ± 2,6 %). Следует отметить увеличение максимальной вентиляции легких с 73±5,2 до 84 л/мин ±5,1 л/мин (табл. 2).

Для объективизации результатов воздействия ГГ, мы проанализировали амбулаторные карты 56 лиц, прошедших курс ГГ. Оказалось, что в целом у лиц с бронхоспазмом число дней нетрудоспособности в течение 1 года после курса ГГ снизилось на 59,4 %, по сравнению с предыдущим годом (табл.3).

Таблица 2. Основные показатели спирограммы у лиц, прошедших курс гипобарической гипоксии (M±m)

Показатель	До гипобарической гипоксии	После курса гипобарической гипоксии	После лечения через	
			1 мес	6 мес
Объем форсированного выдоха, л/с	2,1 ± 0,13	2,0 ± 0,16	2,5 ± 0,25*	2,6±0,15*
Жизненная емкость легких, л	2,5 ± 0,18	3,3 ± 0,18	2,6 ± 0,18	2,9±0,21
Форсированная жизненная емкость легких, л/с	2,3 ± 0,18	2,3 ± 0,21	2,2 ± 0,19	2,6±0,14
Индекс Тиффно, %	79 ± 2,6	83 ± 3,1	82,4 ± 7,0	97,5±6,1*
Максимальная объемная скорость (50 %), л/с	2,4± 0,2	1,8 ± 0,2	2,6 ± 0,23	3,4±0,22
Максимальная вентиляция легких, л/мин	73 ± 5,2	79 ± 6,0	75 ± 7,4	84±5,1*

* P<0,05 по сравнению с данными до курса гипобарической гипоксии.

Таблица 3. Мета-анализ эффективности лечения методом гипобарической гипоксии лиц с бронхоспазмом по результатам анализа амбулаторных карт (n=56)

Показатель	В течение года		Тенденция
	до ГГ	после ГГ	
Число дней нетрудоспособности	1789	727	уменьшение (- 59,4%)
Число госпитализаций в стационар	дневной	18	без изменения
	круглосуточный	89	уменьшение (в 2,5 раза)
Количество льготных рецептов	1217	878	уменьшение (в 1,3 раза)

Как следует из данных современной литературы, ГГ является эффективным способом лечения таких заболеваний, как артериальная гипертензия, бронхиальная астма, кожная патология и т.д. [8,10,11]. Привлекает внимание то обстоятельство, что эти заболевания имеют различные патогенетические механизмы. Вероятно, что лечебные эффекты ГГ реализуются по неким общим механизмам, в основе которых лежит феномен релаксации гладких мышц в процессе адаптации.

Экологическая ниша обитания любого живого организма характеризуется более или менее постоянными условиями окружающей среды. Это означает, что органы и системы приспособлены к функционированию в достаточно узком диапазоне изменений внешних факторов, резкие колебания силы воздействия которых приводят к развитию стрессорных реакций с формированием краткосрочной адаптации к ним. Здесь надо иметь в виду несколько моментов. Во-первых, чем более выражен внешний фактор (его колебания), тем больше требуется «усилий» организма для приспособления к нему и тем менее длителен период, в течение которого организм может поддерживать свою жизнедеятельность. Во-вторых, в таких условиях краткосрочная адаптация затрагивает в большей мере отдельные органы и системы, нежели организм в целом [3,9].

Другим предельным выражением ситуации могут быть незначительные изме-

нения факторов внешней среды, справиться с которыми организм может в рамках своего обычного функционирования.

И, наконец, та ситуация, когда имеет место воздействие фактора, который «включает» адаптационные механизмы, но сила его воздействия не является истощающей, то есть когда организм может существовать достаточно долгое время в изменившихся условиях внешней среды [2,9].

Мы полагаем, что на системном уровне происходит следующее. Организм, существующий в стабильных («привычных») экологических условиях, попадает в относительно неблагоприятные (например, пониженное атмосферное давление и недостаток кислорода). В результате адаптации к ним, организм выходит в режим функционирования, оптимальный для новых, более жестких условий существования. Возвращаясь в прежние, «привычные» условия (в нашем случае, нормального барометрического давления и нормального содержания кислорода), организм в течение некоторого времени функционирует в режиме более жестких требований, чем и достигается лечебный эффект (при бронхиальной астме, артериальной гипертензии, нейродермите и др.).

По нашему мнению, такая концепция, лежащая в основе «адаптационной медицины», позволяет выстроить обобщенную идеологию применения физических факторов в медицине. Заманчиво предполо-

жить, что можно выстроить «панель» физических факторов (экологических условий), в зависимости от силы их действия, адаптационных возможностей индивидуума, которая позволит достичь максимального клинического эффекта.

A. Bulakhov, A. Nikolaeva, A. Dotsenko, G. Yupatov

RELAXATION OF THE SMOOTH MUSCLES OF BRONCHUS UNDER HYPOBARIC HYPOXIA

The influence of hypobaric hypoxia (HH) on the bronchial tree smooth muscle state at 208 men was investigated. It was shown, that HH relaxes smooth muscle of bronchus, eliminating the phenomena of bronchismus, is activates mucociliary clearance. The increase of the forced speed of an exhalation for 1 sec in one month after ending a course (2,5+0,25 l/sec against 2,1+0,13 l/sec) was marked. In 6 months after ending a course of HH the forced speed of an exhalation for the first second continues to grow and is statistically authentically above initial (2,6+0,15 l/sec). The increase of an Teffno index was marked which in 6 months of treatment comes nearer to 100 % (97,5 +6,1 against 79 +2,6 %).

Republic lipid diagnostic center, Vitebsk, Byelorussia

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А., Миррахимов М.М. Горы и резистентность организма. – М.: Наука, 1970. – 182 с.
2. Березовский В.А., Левашов М.И. Введение в оротерапию. – К.: Изд-во Академии проблем гипоксии РФ, 1998. – 56 с.
3. Власов В.В. Реакция организма на внешние воздействия: общие закономерности развития и методические проблемы изучения. – Иркутск: Изд-во Иркут.ун-т, 1994. – С.344.
4. Доценко Э.А., Булахов А.Н., Коваленко Т.В. и др. Метаболические эффекты адаптации к пониженному атмосферному давлению. – В кн.: Материалы конф. “Биологически активные соединения в регуляции метаболического гомеостаза”, Гродно. – Гродно, 2000. – С.76 – 79.
5. Доценко Э.А., Прищепа И.М., Боброва Е.П. Погода и бронхиальная астма: поиск связи // Физиол. журн. – 2001. – 47, №1 (ч.2). – С.119 – 123.
6. Доценко Э.А., Булахов А.Н., Батов В.В. и др. Гипобароадаптация как метод профилактики и реабилитации сердечно-сосудистых и бронхолегочных заболеваний. – В кн.: Чернобыльская катастрофа 15 лет спустя. – Минск: Тесей. – С.43 – 48.
7. Доценко Э.А., Прищепа И.М. Биоклиматология и экология бронхиальной астмы: абиотические факторы. – Витебск, 2001. – 354 с.
8. Глазачев О.С., Бадиков В.И., Федянина Н.Г., Звяжмани М.М. Влияние гипоксических тренировок на здоровье школьников // Физиология человека. – 1996. – 22, № 1. – С. 88 – 92.
9. Меерсон Ф.Э. Адаптационная медицина: концепция долговременной адаптации. – М.: Дело, 1993. – 189 с.
10. Ф.З. Меерсон, В.П. Твердохлиб, В.М. Боев, Б.А. Фролов. Адаптация к периодической гипоксии в терапии и профилактике. – М.: Наука, 1989. – 70 с.
11. Новиков В.С., Лустин С.И., Жекалов А.Н. Использование гипобарической гипоксии для лечения больных нейроциркуляторной дистонией по гипертензивному типу // Воен.-мед. журн. – 1997. – № 12. – С.16 – 20.
12. Стрелков Р.Б., Караш Ю.М., Чижов А.Я. Повышение неспецифической резистентности организма с помощью нормобарической гипоксической стимуляции // Докл. АН СССР. – 1987. – № 2. – С. 493 – 496.

*Респ. lipid. лечеб.-диагност. центр метабол. терапии
М-ва здравоохранения Республики Беларусь, Витебск*