

лей свободнорадикального окисления в плазме при нормализации антиоксидантных показателей. Следовательно, в результате лечения у больных пневмонией по сравнению с больными ХБ отмечена более выраженная положительная динамика показателей оксидативного стресса. Однако некоторые исследуемые показатели оксидантного статуса сохранялись повышенными и в период реконвалесценции.

### Выводы

1. У больных ХБ наблюдается отчетливый оксидативный стресс при наличии стойкой несостоятельности внутриклеточных антиоксидантных металлоэнзимов, усугубляющийся в фазе обострения.
2. У больных пневмонией выявляется в той же степени выраженный оксидативный стресс, который обнаруживается преимущественно на высоте клинических симптомов заболевания, характеризующийся гиперпродукцией свободных радикалов при сохраняющейся активности внутриклеточных антиоксидантных металлоэнзимов.
3. Дисбаланс оксидантного и антиоксидантного статуса у больных ХБ в фазе стойкой ремиссии является одной из основ патогенеза хронизации воспалительного бронхолегочного процесса и возникновения обострений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Благородов С.В., Шелепов А.П.* В кн.: Биоантиоксидант 2: Тезисы Всесоюзной конф. М.; 1986; т.1: 28–29.

2. *Величковский Б.Т.* Новые представления о патогенезе профессиональных заболеваний пылевой этиологии. Пульмонология 1995; 1: 6–9.
3. *Владимиров Ю.М., Арчаков А.И.* Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука; 1972.
4. *Галактионова Л.П., Молчанов А.В., Ельчанинова С.А.* Состояние перекисного окисления у больных язвенной болезнью желудка. Клин. лаб. диагн. 1997; 6: 10.
5. *Соодаева С.К.* Оксидантные и антиоксидантные системы легких при хронических обструктивных заболеваниях. В кн.: Чучалин А.Г. (ред.) Хронические обструктивные болезни легких. М.; СПб; 1998. 92–110.
6. *Сюрин С.А., Деревоедов А.А., Петреян В.П.* Антиоксидантная терапия больных хроническим бронхитом с использованием микроэлемента селена. Пульмонология 1995; 1: 43–45.
7. *Трубников Г.В.* О зависимости между реакцией больных хронической пневмонией на дыхание кислородом и содержанием микроэлементов в плазме и эритроцитах крови. В кн.: Микроэлементы в биосфере и применение их в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока. Улан-Уде; 1972. 213–215.
8. *Трубников Г.В.* Микроэлементы при воспалительных и опухолевых заболеваниях легких: Дис. ... д-ра. мед. наук. Барнаул; 1972; т.1. 458.
9. *Трубников Г.В., Рыбальченко О.С.* Перекисное окисление липидов как показатель адаптогенности больных хроническим бронхитом при санаторно-курортном лечении со сменой климатогеографической зоны. Тер. арх. 1985; 10: 61–65.
10. *Чевари С., Андял Т., Штрэнгер Я.* Определение антиоксидантных параметров и их диагностическое значение в пожилом возрасте. Лаб. дело. 1991; 10: 9–13.
11. *Шмелев Е.Н.* Патогенез воспаления при хронических обструктивных болезнях легких. В кн.: Чучалин А.Г. (ред.) Хронические обструктивные болезни легких. М.; СПб; 1998. 82–91.
12. *Cottin V., Court-Fortune I., Crevon J., Mornex J.F.* Oxidant-antioxidant imbalance in the experimental interstitial lung disease induced in sheep by visna-maedi virus. Eur. Respir. J. 1996; 9: 1983–1988.

Поступила 20.07.99

© ПЕРЕЛЬМАН Ю.М., ПРИХОДЬКО А.Г., 2002

УДК 616.233-002.2-07:[616-008.9-092:612.53]-07

*Ю.М.Перельман, А.Г.Приходько*

## РЕСПИРАТОРНЫЙ ТЕПЛООБМЕН У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ БРОНХИТОМ

Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания  
Сибирского отделения РАМН, Благовещенск

RESPIRATORY HEAT EXCHANGE IN PATIENTS WITH CHRONIC BRONCHITIS

*Yu.M.Perelman, A.G.Prikhodko*

### Summary

We examined 88 patients with chronic bronchitis to study the respiratory heat exchange. A progressive decrease in the conditioning abilities of the respiratory system with a reduction in the exhaled air temperature was revealed. While the airway obstruction progressing, the respiratory reserve for the maintenance of the respiratory heat exchange exhausted. A diagnostics of latent disorders of the lung conditioning function was developed.

С целью изучения респираторного теплообмена проведено обследование 88 больных хроническим бронхитом. Установлено прогрессирующее снижение кондиционирующих возможностей аппарата дыхания, которое проявляется уменьшением температуры выдыхаемого воздуха. По мере прогрессирования обструкции происходит истощение резервных возможностей дыхательной системы в поддержании должного уровня респираторного теплообмена. Предложены способы диагностики скрытых нарушений кондиционирующей функции легких.

Эффективное осуществление газообменной функции легких возможно лишь в условиях тепло-влажностного гомеостаза [3]. Такой гомеостаз достигается благодаря адекватному кондиционированию воздуха в дыхательных путях человека. Очевиден факт, что заболевания органов дыхания влекут за собой изменения респираторных теплопотерь [1,2]. У лиц, страдающих хроническим бронхитом (ХБ), структурные изменения и функциональные сдвиги, обусловленные длительно текущим воспалительным процессом в дыхательных путях, могут нарушать кондиционирующую функцию легких, что при изменении температуры и влажности вдыхаемого воздуха может привести к срыву компенсаторных механизмов и повлечь за собой обострение процесса [4]. Нарушение кондиционирования воздуха при ХБ может оказывать существенное влияние на функциональное состояние рецепторного аппарата дыхательных путей, нарушения внутрилегочного гомеостаза и функции внешнего дыхания. Для выяснения патофизиологических механизмов нарушений респираторного теплообмена необходимо изучение его особенностей при различных условиях и режимах дыхания.

Целью исследования являлось определение характера и роли изменений респираторного теплообмена в патогенезе функциональных нарушений у больных ХБ.

На базе комплекса для кардиореспираторных исследований фирмы "Эрих Егер" (Германия) нами создана автоматизированная система оценки кондиционирующей функции легких, включающая устройство для измерения температуры вдыхаемого (выдыхаемого) воздуха, установку для охлаждения воздуха, пневмотахограф, газоанализатор, аналого-цифровой преобразователь, ЭВМ, дисплей, принтер [5]. Для термометрии использовали малоинерционные термисторы МТ-56, помещенные в загубник и носовую маску. Пневмотахметрия обеспечивала синхронное определение объемно-временных и скоростных параметров воздушного потока.

Программой предусмотрена работа в режимах дыхания холодным и комнатным воздухом в покое и при выполнении дыхательных маневров (жизненной емкости легких, форсированной жизненной емкости легких, задержки дыхания на высоте максимального вдоха, изокапнической гипервентиляции — ИГХВ). ИГХВ проводили в течение 3 мин охлажденной до  $-20^{\circ}\text{C}$  воздушной смесью, содержавшей 5%  $\text{CO}_2$ . Уровень вентиляции соответствовал 60% от должной максимальной вентиляции легких (ДМВЛ), рассчитанной по формуле:  $\text{ДМВЛ} = \text{должная ОФВ}_1 \cdot 35$ .

Продолжительность и уровень вентиляции были выбраны в соответствии с рекомендациями [6,7]. Значения температуры вдыхаемого-выдыхаемого воздуха, минутного объема дыхания (МОД), частоты дыхания (ЧД), дыхательного объема (ДО) во время ИГХВ усреднялись за каждые 10 с, а по истечении 3 мин регистрация их прекращалась. Измерение температуры тела проводили при помощи диагностического комплекса КТД-8 (Венгрия). Температурный датчик устанавливали в ротовой полости на слизистую щеки.

Определение воздухонаполненности легких, бронхиального сопротивления, сопротивления полости носа и общего сопротивления всего дыхательного тракта проводили методом общей плетизмографии при помощи барометрического плетизмографа "Bodytest" OM/04-A фирмы "Эрих Егер" (Германия).

Статистический анализ полученного материала проводили на основе стандартных методов вариационной статистики с оценкой достоверности различий по  $t$ -критерию Стьюдента и использованием корреляционного анализа.

Обследовано 114 пациентов, составивших 3 группы. В 1-ю включено 26 здоровых лиц, во 2-ю — 50 больных хроническим необструктивным бронхитом (ХНБ), в 3-ю — 38 больных хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ). Обследование проводилось через 2 ч после легкого завтрака. Исключался контакт с холодным воздухом и холодной водой за 1,5–2 ч до исследования, запрещалось курение сигарет за 2 ч до исследования, прием лекарственных препаратов отменялся в соответствии с условиями проведения бронхопровокационных проб [8].

Исследование респираторного теплообмена у больных ХБ выявило прогрессирующее снижение кондиционирующих возможностей аппарата дыхания даже в комфортных условиях. Дыхание через нос теряло свои термоадаптационные свойства. Из данных, представленных в табл.1, следует, что уже при спокойном носовом дыхании в обеих группах больных наблюдалось достоверное снижение температуры выдыхаемого воздуха ( $T^{\circ}\text{выд}$ ) и разности температур между вдыхаемым и выдыхаемым воздухом ( $\Delta T^{\circ}$ ) в сравнении со здоровыми. У больных 2-й группы  $T^{\circ}\text{выд}$  была связана с общим сопротивлением дыхательных путей при вдохе ( $r = -0,46$ ;  $p < 0,05$ ) и выдохе ( $r = -0,59$ ;  $p < 0,01$ ), однако в отличие от здоровых лиц ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,05$ ) эта связь носила обратный характер. Следовательно, увеличение сопротивления приводило к снижению температуры выдыхаемого носом воздуха. При появлении обструктивного синд-

рома исчезала зависимость температуры от сопротивления дыхательных путей.

Средняя температура выдыхаемого ртом воздуха в обеих группах больных статистически достоверно не отличалась от значений у здоровых, хотя тенденция к снижению имела по мере формирования обструкции. При этом у больных ХНБ были выявлены положительные корреляции  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  с дыхательным объемом ( $r=0,60$ ;  $p<0,01$ ), средними скоростями вдоха ( $r=0,62$ ;  $p<0,01$ ) и выдоха ( $r=0,63$ ;  $p<0,01$ ), максимальными скоростями потока вдыхаемого ( $r=0,47$ ;  $p<0,05$ ) и выдыхаемого ( $r=0,48$ ;  $p<0,05$ ) воздуха и обратная — с остаточным объемом легких ( $r=-0,51$ ;  $p<0,05$ ). Больным ХОБ для того чтобы нормально кондиционировать вдыхаемый воздух, необходимо было уменьшить максимальную скорость поступающего в дыхательные пути воздуха ( $r=-0,50$ ;  $p<0,05$ ).  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  у них в большей степени зависела от условий окружающей среды: температуры воздуха ( $r=-0,97$ ;  $p<0,001$ ) и его относительной влажности ( $r=-0,73$ ;  $p<0,01$ ). Это связано с тем, что анатомическое мертвое пространство уменьшается пропорционально увеличению обструкции дыхательных путей.

Во время респираторных нагрузок в обеих группах больных в сравнении со здоровыми имелось достоверное снижение  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  при выполнении дыхательных маневров носом (табл.2). При дыхании ртом эти различия нарастали с появлением обструкции. По мере увеличения времени пребывания воздуха в дыхательных путях (задержка дыхания) отмечено повышение  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  при обоих типах дыхания. Наименьшие значения получены при форсированном дыхании, что свя-

зано с ухудшением проходимости дыхательных путей и возрастающей в связи с этим неравномерностью вентиляции, приводившими к увеличению затрат на восстановление тепла и воды в слизистой оболочке.

Проведенный корреляционный анализ позволил обнаружить у больных ХНБ обратно пропорциональную зависимость между температурой выдыхаемого носом воздуха и продолжительностью выдоха ( $r=-0,51$ ;  $p<0,05$ ), а также прямую — со средней ( $r=0,45$ ;  $p<0,05$ ) и максимальной скоростями потока на выдохе ( $r=0,49$ ;  $p<0,05$ ) при маневре ЖЕЛ. При форсированном дыхании сохранялась связь  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  с длительностью выдоха ( $r=-0,47$ ;  $p<0,05$ ), а при задержке дыхания — с максимальной скоростью выдоха ( $r=0,56$ ;  $p<0,01$ ). У больных ХОБ  $\Delta T^{\circ}$  имела обратную связь со средней скоростью потока ( $r=-0,57$ ;  $p<0,05$ ) на вдохе, максимальными скоростями инспираторного ( $r=-0,56$ ;  $p<0,05$ ) и экспираторного ( $r=-0,51$ ;  $p<0,05$ ) потоков при маневре ЖЕЛ. При форсированном дыхании наблюдалась зависимость его от глубины дыхания ( $r=-0,66$ ;  $p<0,01$ ), средних скоростей потока на вдохе ( $r=-0,77$ ;  $p<0,001$ ) и выдохе ( $r=-0,66$ ;  $p<0,01$ ), максимальных скоростей инспираторного ( $r=-0,72$ ;  $p<0,01$ ) и экспираторного ( $r=-0,75$ ;  $p<0,01$ ) потоков.

Нами не обнаружено различий в температуре выдыхаемого носом воздуха при описанных маневрах между группами больных. Различия были заметнее, когда больные переходили на дыхание ртом. Существенно, что при выдохе через рот после задержки дыхания у больных ХОБ не наблюдалось дополнительного увеличения  $T^{\circ}_{\text{выд}}$ , как у здоровых и больных

Таблица 1

Результаты пневмотермометрии при спокойном дыхании у больных хроническим бронхитом ( $M \pm m$ )

| Показатель                                 | Тип дыхания | 1-я группа       | 2-я группа          | 3-я группа        | $p_1$ | $p_2$  | $p_3$ |
|--------------------------------------------|-------------|------------------|---------------------|-------------------|-------|--------|-------|
| $T^{\circ}_{\text{вд}}, ^{\circ}\text{C}$  | Нос         | 25,79 $\pm$ 0,42 | 23,64 $\pm$ 0,82    | 23,23 $\pm$ 0,52  | <0,05 | <0,001 | >0,05 |
|                                            | Рот         | 24,59 $\pm$ 0,44 | 22,49 $\pm$ 0,68**  | 22,29 $\pm$ 0,63  | <0,05 | <0,01  | >0,05 |
| $T^{\circ}_{\text{выд}}, ^{\circ}\text{C}$ | Нос         | 32,61 $\pm$ 0,32 | 31,01 $\pm$ 0,53    | 31,43 $\pm$ 0,25  | <0,05 | <0,01  | >0,05 |
|                                            | Рот         | 32,69 $\pm$ 0,19 | 32,46 $\pm$ 0,15**  | 32,26 $\pm$ 0,17* | >0,05 | >0,05  | >0,05 |
| $\Delta T^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$       | Нос         | 6,82 $\pm$ 0,38  | 7,38 $\pm$ 0,48     | 8,20 $\pm$ 0,39   | >0,05 | <0,05  | >0,05 |
|                                            | Рот         | 8,10 $\pm$ 0,45* | 10,15 $\pm$ 0,73*** | 9,99 $\pm$ 0,59*  | <0,05 | <0,05  | >0,05 |
| МОД, л/мин                                 | Нос         | 6,04 $\pm$ 0,67  | 7,33 $\pm$ 0,71     | 8,71 $\pm$ 1,09   | >0,05 | <0,05  | >0,05 |
|                                            | Рот         | 7,70 $\pm$ 0,61  | 9,76 $\pm$ 1,08     | 9,68 $\pm$ 0,82   | >0,05 | >0,05  | >0,05 |
| ДО, л                                      | Нос         | 0,53 $\pm$ 0,10  | 0,47 $\pm$ 0,05     | 0,52 $\pm$ 0,07   | >0,05 | >0,05  | >0,05 |
|                                            | Рот         | 0,49 $\pm$ 0,06  | 0,55 $\pm$ 0,05     | 0,51 $\pm$ 0,04   | >0,05 | >0,05  | >0,05 |
| ЧД в 1 мин                                 | Нос         | 14,64 $\pm$ 1,47 | 17,35 $\pm$ 0,83    | 18,38 $\pm$ 1,12  | >0,05 | >0,05  | >0,05 |
|                                            | Рот         | 17,73 $\pm$ 1,44 | 18,13 $\pm$ 0,72    | 19,13 $\pm$ 0,83  | >0,05 | >0,05  | >0,05 |

Примечание.  $p_1$  — различие между 1-й и 2-й группами;  $p_2$  — различие между 1-й и 3-й группами;  $p_3$  — различие между 2-й и 3-й группами. Звездочки — различия при дыхании носом и ртом: \* —  $p<0,05$ ; \*\* —  $p<0,01$ ; \*\*\* —  $p<0,001$ .

Таблица 2

Температура выдыхаемого воздуха (°C) у больных хроническим бронхитом при выполнении дыхательных маневров

| Группа     | Тип дыхания | Маневры       |                             |                              | $p_2$  |
|------------|-------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|--------|
|            |             | ЖЕЛ           | ФЖЕЛ                        | задержка дыхания             |        |
| 1-я группа | Нос         | 34,30±0,22    | 33,85±0,28 ( $p_1<0,01$ )   | 34,53±0,20 ( $p_1<0,01$ )    | <0,001 |
|            | Рот         | 33,92±0,26    | 33,36±0,36 ( $p_1<0,05$ )   | 34,41±0,28 ( $p_1<0,05$ )    | <0,001 |
| 2-я группа | Нос         | 33,14±0,38*   | 32,99±0,32                  | 33,45±0,35** ( $p_1<0,05$ )  | >0,001 |
|            | Рот         | 33,49±0,18    | 33,08±0,22                  | 33,97±0,19 ( $p_1<0,001$ )   | <0,001 |
| 3-я группа | Нос         | 33,14±0,17*** | 32,83±0,15** ( $p_1<0,01$ ) | 33,81±0,13** ( $p_1<0,001$ ) | <0,001 |
|            | Рот         | 33,31±0,19*   | 32,62±0,18 ( $p_1<0,001$ )  | 33,49±0,21*                  | <0,001 |

Примечание.  $p_1$  — различие в сравнении с ЖЕЛ;  $p_2$  — различие между ФЖЕЛ и задержкой дыхания. Звездочки — различия в сравнении с 1-й группой: \* —  $p<0,05$ ; \*\* —  $p<0,01$ ; \*\*\* —  $p<0,001$ .

ХНБ. Это свидетельствовало об истощении резервных возможностей дыхательной системы в поддержании теплообмена. По этой причине терялась связь между температурой тела и  $T_{\text{выд}}^{\circ}$ , которая была выявлена у здоровых лиц ( $r=0,70$ ;  $p<0,05$ ). В обеих группах больных появлялась корреляционная зависимость температуры выдыхаемого носом воздуха от условий окружающей среды, свидетельствовавшая об ухудшении термоадаптационных свойств.

При проведении холодовой провокации все больные ХНБ адекватно выполняли навязываемую им вентиляционную нагрузку ( $90,9\pm2,3\%$ ), тогда как больные ХОБ не могли достичь заданного уровня вентиляции ( $70,9\pm4,3\%$ ) и достоверно отличались от группы здоровых ( $101,2\pm5,9\%$ ) и больных ХНБ.

Из табл.3 видно, что все испытуемые подвергались одинаковому температурному воздействию ( $T_{\text{вд}}^{\circ}$ ). Абсолютные значения температуры выдыхаемого в конце провокации воздуха ( $T_{\text{к}}^{\circ}$ ), градиента температур выдыхаемого в начале и конце провокации воздуха ( $\Delta T_{\text{вд}}^{\circ}$ ) достоверно не отличались ни в одной из групп больных ХБ по сравнению со здоровыми. Обращает на себя внимание тенденция к уменьшению градиента температур выдыхаемого воздуха ( $\Delta T_{20}^{\circ}$ ) в начале гипервентиляции (с 10-й по 30-ю секунду) по мере нарастания обструктивных нарушений. В конце холодовой провокации отмечалась четкая тенденция к снижению  $T_{\text{к}}^{\circ}$  по мере прогрессирования заболевания.

Учитывая, что уровень вентиляции в группе больных ХОБ во время ИГХВ был достоверно ниже, чем у здоровых, а в группе больных ХНБ имел тенденцию к снижению, мы сопоставили объем провентилированного воздуха ( $V$ ) с градиентом температур выдыхаемого воздуха в начале и конце ИГХВ. У больных ХНБ индекс  $V/\Delta T_{\text{вд}}^{\circ}$ , отражающий резерв кондиционирования, составил  $49,6\pm5,93$  л/°C, у больных ХОБ —  $40,0\pm5,39$  л/°C (у здоровых  $66,8\pm6,30$  л/°C,  $p<0,05$ ).

Во время холодовой провокации у больных ХБ отмечено удлинение обеих фаз дыхательного цикла по сравнению со здоровыми людьми. С одной стороны, увеличение инспираторной фазы служило защитным механизмом в ответ на холодовой раздражитель с це-

Таблица 3

Параметры респираторного теплообмена и вентиляции легких при ИГХВ

| Показатель                          | 1-я группа  | 2-я группа    | 3-я группа               |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|
| $T_{\text{вд}}^{\circ}$ , °C        | -18,47±0,35 | -19,10±0,28   | -18,15±0,42              |
| $T_{\text{выд}}^{\circ}$ , °C       | 29,28±0,55  | 28,75±0,45    | 29,22±0,32               |
| $\Delta T^{\circ}$ , °C             | 47,79±0,74  | 47,85±0,59    | 47,17±0,53               |
| $\Delta T_{\text{вд}}^{\circ}$ , °C | 3,96±0,36   | 3,77±0,43     | 4,66±0,29                |
| $\Delta T_{20}^{\circ}$ , °C        | 2,57±0,27   | 2,27±0,23     | 1,86±0,16                |
| $T_{\text{кон}}^{\circ}$ , °C       | 28,16±0,65  | 27,58±0,61    | 27,02±0,31               |
| ЧД в 1 мин                          | 44,87±2,13  | 38,26±1,38*   | 35,32±1,77**             |
| МВ, л/мин                           | 81,38±7,00  | 60,33±2,61*** | 52,68±4,25***            |
| ДО, л                               | 1,85±0,15   | 1,64±0,06     | 1,52±0,11                |
| ДО/ $T_{\text{вд}}^{\circ}$ , л/с   | 3,27±0,26   | 2,31±0,10***  | 1,90±0,16***<br>$p<0,05$ |
| МС $_{\text{выд}}$ , л/с            | 4,52±0,40   | 3,22±0,14***  | 2,70±0,24***             |
| $T_{\text{о}}$ , с                  | 1,39±0,07   | 1,68±0,06**   | 1,82±0,08***             |
| $T_{\text{вд}}$ , с                 | 0,80±0,04   | 0,93±0,03*    | 0,94±0,04*               |
| $T_{\text{выд}}$ , с                | 0,57±0,03   | 0,73±0,03**   | 0,85±0,04***             |

Примечание. Звездочками отмечены различия в сравнении с 1-й группой: \* —  $p<0,05$ ; \*\* —  $p<0,01$ ; \*\*\* —  $p<0,001$ . МС $_{\text{выд}}$  — максимальная скорость выдоха,  $T_{\text{о}}$  — длительность дыхательного цикла,  $T_{\text{вд}}$  — длительность вдоха,  $T_{\text{выд}}$  — длительность выдоха. МВ — минутная вентиляция.

лью предотвратить глубокую пенетрацию некондиционированного воздуха. У больных 2-й группы выявлена прямая зависимость  $T^{\circ}_к$  от относительной продолжительности вдоха ( $r=0,61$ ;  $p<0,01$ ), что подтверждает высказанное предположение. С другой стороны, более интенсивный теплообмен на границе стенка-воздух способствовал еще большему охлаждению и высушиванию слизистой дыхательных путей при вдохе, что увеличивало тепловые потребности системы при выдохе. Компенсаторное удлинение выдоха, в свою очередь, снижало температуру выдыхаемого воздуха, о чем свидетельствовала корреляция  $T^{\circ}_к$  с длительностью выдоха ( $r=-0,57$ ;  $p<0,01$ ).

Важно, что возникающие в ходе провокации нарушения респираторного теплообмена и проходимости дыхательных путей у больных ХНБ зависели от того, какой уровень вентиляции и скоростные параметры были у них в начале исследования. У больных 2-й группы  $\Delta T^{\circ}_{20}$  оказался линейно связан с минутной вентиляцией ( $r=0,47$ ;  $p<0,05$ ), максимальной ( $r=0,40$ ;  $p<0,05$ ) и средней скоростями ( $r=0,53$ ;  $p<0,05$ ) экспираторного потока. У больных 3-й группы данные корреляционные связи терялись.

На рис.1 представлена динамика изменений температуры выдыхаемого воздуха в течение ИГХВ. У больных ХНБ в отличие от здоровых основное снижение  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  происходило в первые 50 с провокации, что было связано с кратковременной локальной ишемией дыхательных путей. В дальнейшем наблюдалось постепенное снижение температуры с каждым последующим циклом дыхания, достигавшее минимума в конце провокации. В этот момент скорость перфузии крови в бронхиальных микрососудах переставала успевать за нарастающими температурными требованиями. У больных ХОБ отмечалось более равномерное снижение  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  без температурного плато и резкого снижения в начале и конце гипервентиляции.

Полученные данные использованы для разработки способа диагностики нарушений респираторного теплообмена по динамике температуры выдыхаемого воздуха во время ИГХВ. С этой целью построена номограмма (рис.2), по которой расстройства респираторного теплообмена диагностируют, если факти-

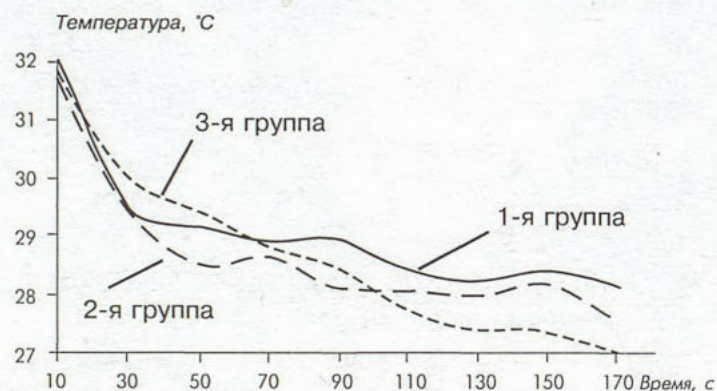


Рис.1. Динамика температуры выдыхаемого воздуха у здоровых и больных хроническим бронхитом на протяжении ИГХВ.



Рис.2. Номограмма для диагностики расстройств респираторного теплообмена у больных хроническим бронхитом при проведении пробы с изокапнической гипервентиляцией холодным воздухом.

ческое значение  $T^{\circ}_{\text{выд}}$  на протяжении ИГХВ оказывается ниже линии, соответствующей нижней границе доверительного интервала для средних значений температуры у здоровых людей. Применение разработанного способа обеспечивает диагностику скрытых нарушений кондиционирующей функции дыхательных путей.

## Выводы

1. У больных ХБ происходит прогрессирующее снижение кондиционирующей способности дыхательных путей, которое проявляется уменьшением температуры выдыхаемого воздуха.
2. Дыхание через нос у больных ХБ теряет термоадаптационные свойства. При дыхании ртом снижение температуры выдыхаемого воздуха происходит по мере формирования обструкции и зависит от условий окружающей среды и скорости выдоха.
3. Эффективными способами диагностики скрытых нарушений респираторного теплообмена являются проведение дыхательных маневров и оценка динамики температуры выдыхаемого воздуха при изокапнической холодовой гипервентиляции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков С.Ф. Роль гемодинамики в патогенезе недостаточности кондиционирующей функции дыхательного аппарата. Укр. кардиол. журн. 1998; 2: 58–60.
2. Агарков С.Ф. Недостаточность кондиционирующей функции дыхательного аппарата при некоторых заболеваниях системы дыхания и кровообращения. Тер. арх. 1999; 3: 48–51.
3. Агарков Ф.Т. Кондиционирующая функция дыхательного аппарата при различных условиях и состояниях организма. Физиология человека 1986; 12 (6): 907–913.
4. Заболевания органов дыхания в экстремальных экологических условиях Северо-востока СССР / Луценко М.Т., Целуйко С.С., Самсонов В.П. и др. Благовещенск; 1990. 124–130.
5. Приходько А.Т., Ульянычев Н.В., Перельман Ю.М. и др. Автоматизированный комплекс для исследования тепломассообмена в дыхательных путях человека. В кн.: Информатизация в

- деятельности медицинских служб: Респ. сб. науч. тр. М.; 1992; ч.2: 187–194.
6. Assoufi B.K., Dally M.B., Newman-Taylor A.J., Denison D.M. Cold air test: a simplified method for airway reactivity. Bull. Eur. Physiopathol. Respir. 1986; 22: 349–357.
7. Caire N., Cartier A., Ghezzi H., Malo J.L. Influence of the duration of inhalation of cold dry air on the resulting bron-

choconstriction in asthmatic subjects. Eur. Respir. J. 1989; 2: 741–745.

8. Eiser N.M., Kerrebijn K.F., Quanjer P.H. Guidelines for standardization of bronchial challenges with nonspecific bronchoconstricting agents. Bull. Eur. Physiopathol. Respir. 1983; 19: 495–514.

Поступила 19.04.2000

© ШКОЛЬНИК М.А., БУТОРОВ И.В., 2002

УДК [616/233-002/28-06:616.12-005]-07:616-008.93-074

*М.А.Школьник, И.В.Буторов*

## **ПОКАЗАТЕЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ БРОНХИТОМ, ОСЛОЖНЕННЫМ ХРОНИЧЕСКИМ ЛЕГОЧНЫМ СЕРДЦЕМ, И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ**

Муниципальная клиническая больница №5, Кишинев, Республика Молдова

THE OXIDIZING METABOLISM, THE ANTIOXIDANT DEFENCE SYSTEM  
AND THEIR DYNAMICS UNDER A TREATMENT IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE  
BRONCHITIS COMPLICATED BY THE CHRONIC COR PULMONALE

*M.A.Shkolnik, I.V.Butorov*

### **Summary**

Nowadays there is no a unique approach for evaluation of a role of lipid peroxidation (LP) and its regulation in chronic obstructive bronchitis (COB) complicated by the chronic cor pulmonale (CCP).

The aim of our trial was to investigate the LP, the antioxidant defence system (AODS) and the proteases — antiproteases system in patients with COB complicated by the CCP and also to determine opportunities for a pharmacological correction of their disorders.

Forty-eight patients aged 28 to 52 years (the average age was  $43 \pm 1.7$  years) suffering from COB complicated by the CCP were examined. Among them 36 persons received the antioxidant drug cytochrome C and 12 ones formed the comparative group. The controls were 14 healthy persons with the average age of  $44 \pm 1.0$  years. We studied initial parameters of LP–AODS in erythrocytes and blood plasma, hemodynamics parameters and their changes under the treatment.

The patients with COB complicated by the CCP were found to increase LP products level and lyzosomal and proteolytic enzymes activity. The activity of antioxidant enzymes and proteases' inhibitors were noted to reduce simultaneously. The vigour of these shifts depended on a respiratory failure severity and respiratory system's structural disorders. A combination of cytochrome C and enalapril in patients with COB complicated by the CCP decreased pulmonary hypertension, improved the central and peripheral haemodynamics, blood gas content and acid-and-alkaline blood condition more effective than a traditional therapy. Such the dynamics facilitates shortening the inpatient period and improves the course of the disease.

### **Резюме**

До настоящего времени отсутствует единая концепция в оценке значимости реакция перекисного окисления липидов (ПОЛ) и систем их регуляции при хроническом обструктивном бронхите (ХОБ), осложненном хроническим легочным сердцем (ХЛС).

Цель нашего исследования — изучить показатели ПОЛ, антиоксидантной защиты (АОС), систему протеаз — ингибиторы протеаз у больных ХОБ, осложненным ХЛС, и определить возможность фармакологической регуляции этих нарушений.

Обследовано 48 пациентов в возрасте от 28 до 52 лет (в среднем  $43 \pm 1,7$  года) с ХОБ, осложненным ХЛС, из них 36 человек получали антиоксидант цитохром С, 12 человек составили группу сравнения. Группу контроля составили 14 практически здоровых лиц, средний возраст  $44 \pm 1$  года. Изучали исходные показатели ПОЛ–АОС в эритроцитах и плазме крови и показатели гемодинамики, а также их динамику на фоне лечения.