

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ШАХТЕРОВ

Ю. А. Чурляев, В. Н. Киселев, Е. Ю. Проничев, М. Г. Чеченин, Я. А. Кан

Филиал ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН, Новокузнецк

### Functional Features of External Respiration in Miners

Yu. A. Churlyayev, V. N. Kiselev, Ye. Yu. Pronichev, M. G. Chechenin, Ya. A. Kan

Branch of the Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences, Novokuznetsk

**Целью исследования.** Изучить функции внешнего дыхания у шахтеров с различным подземным стажем работы для последующей разработки дифференцированной респираторной терапии при развитии критических состояний. **Материалы и методы.** Исследования проведены у 530 шахтеров (основная группа) — трудоспособных проходчиков и горнорабочих двух шахт города Новокузнецка. Основная группа была разделена на четыре подгруппы в зависимости от подземного стажа работы и возраста. В обеих группах проводили исследование функции внешнего дыхания спирометром «MicroLoop» фирмы Micro Medical Ltd (Великобритания) с математической обработкой результатов. Измеряли скоростные и емкостные показатели. **Результаты.** Во время исследований наблюдали однотипные изменения показателей внешнего дыхания: снижение емкостных параметров (ЖЕЛ, ФЖЕЛ) на фоне сохранных скоростных характеристик, происходящие уже при подземном стаже работы до 10 лет. С увеличением стажа подземной работы и возраста обследованных горнорабочих, эти нарушения прогрессируют — происходит достоверное снижение емкостных, а затем и скоростных (МОС 25-50) характеристик спирограммы. **Заключение.** В процессе работы в условиях шахты, у проходчиков и горнорабочих развивается смешанный вариант нарушений внешнего дыхания с преобладанием рестриктивного. При увеличении стажа подземной работы и возраста вентиляционные расстройства прогрессируют. Очевидно, что при возникновении на этом фоне критического состояния, одним из ведущих аспектов успешного лечения является адекватная респираторная терапия. **Ключевые слова:** функция внешнего дыхания, шахтер, вентиляционные расстройства, подземный стаж.

**Objective:** to study external respiratory function in miners with a varying length of underground service in order to further develop differential respiratory therapy for evolving critical conditions. **Materials and methods.** The studies were performed in 530 miners who were able-bodied drift miners and diggers from two Novokuznetsk mines (a study group). The group was divided into 4 subgroups in relation to the length of underground service and age. In both groups, expiratory respiratory function was studied on a «MicroLoop» spirometer (Micro Medical Ltd (United Kingdom), by mathematically processing the results. Velocity and capacity values were measured. **Results.** The study has shown similar external respiratory changes: a reduction in capacity indices (vital capacity, forced vital capacity) in the presence of preserved velocity indices, which occur just with a length of underground service of up to 10 years. As the length of underground service and age of the examined miners increase, these disorders progress — there is a significant reduction in capacity and then velocity (MVR 25-50) spirographic characteristics. **Conclusion.** While working in the mine, drift miners and diggers develop a mixed type of external respiratory disorders with a preponderance of restrictive ones. Ventilation disorders progress with increases in the length of underground service and age. When a critical condition emerges at this background, adequate respiratory therapy is obviously one of the leading components of successful treatment. **Key words:** external respiratory function, miner, ventilation disorders, length of underground service.

Город Кузбасс является одним из мировых лидеров по запасам угля, а угледобывающая промышленность составляет основу экономики данного региона. В угольной отрасли занято более 130 тысяч трудящихся региона. Чем больше подземный стаж, вероятность вреда здоровью выше, в результате заболевания или травмы. На шахтах в 1,5 раза больше уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности, а в ее структуре трудовые травмы по травматизму составляют 30%, болезням костно-мышечной системы и органов дыхания 21 и 13%, соответственно. На 1000 подземных рабочих приходится 1,4 травмы с летальным исходом [1].

За время многолетнего труда организм горняка подвергается воздействию многочисленных неблаго-

приятных факторов, связанных с работой в шахте. К таким факторам относят: контакт с угольно-породной пылью, изменение газового состава воздуха (снижение содержания кислорода, увеличение концентрации углекислого газа, поступление в атмосферу шахты метана, окиси углерода, сероводорода, сернистого газа, оксидов азота, взрывных газов и т. д.), шум и вибрацию, нерациональное освещение и вентиляцию, вынужденное положение тела, нервно-психическое, зрительное, слуховое перенапряжение, тяжелый физический труд, а так же повышенную опасность травматизма [1, 2].

Одной из основных систем организма, находящихся в прямом контакте с микроклиматом горной выработки являются легкие. Адаптация организма к воздействию

Показатели внешнего дыхания шахтеров в зависимости от стажа подземной работы ( $M \pm m$ )

Показатели	Значения показателей внешнего дыхания в зависимости от стажа подземной работы				
	1–9 лет ( $n=138$ )	10–19 лет ( $n=210$ )	20–29 лет ( $n=164$ )	30 лет и более ( $n=18$ )	Контрольная группа ( $n=20$ )
Возраст, лет	29,64±0,48	39,57±0,34	46,90±0,30	56,04±0,85	31,65±2,28
Рост, см	176,38±0,78	174,50±0,40	172,26±0,44	169,83±1,40	177,55±1,35
Вес, кг	78,72±1,08	79,99±0,77	80,09±0,68	78,61±2,46	76,30±2,45
МОС 25, %	103,13±6,77*	97,05±6,01*	88,72±6,69*#	78,63±9,76*#	125,25±10,9#
МОС 50, %	74,83±3,73*	80,914±3,16*	71,23±3,54*	86,82±8,08*	102,60±6,54#
СОС 25-75, %	83,56±3,99*	84,13±3,35*	77,08±3,84*	85,75±7,39*	104,75±6,26#
ПОС <sub>выдоха</sub> , %	84,95±2,93	91,52±2,08	92,29±2,36	80,19±8,26	85,85±4,07
РО <sub>выд</sub> , %	120,55±5,44*	123,03±4,22*	124,89±4,47*	127,35±3,28*	111,45±2,07#
ОФВ <sub>1</sub> , л	3,43±0,11*	3,15±0,08*#	3,02±0,08*#	2,88±0,22*#	4,16±0,14#
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ, %	94,83±2,83*	93,23±2,24*	98,72±2,38*	101,94±8,38*	117,5±3,48#
МВЛ, л/мин	128,26±4,12*	117,84±2,91*#	113,22±2,72*#	112,82±6,61*#	155,9±5,34#
ФЖЕЛ, л	3,48±0,12*	3,19±0,09*#	3,07±0,08*#	2,92±0,22*#	4,59±0,16#
ФЖЕЛ, %	80,74±2,45*	78,38±2,00*	81,99±2,04*	81,77±6,61*	108,60±3,45#
ЖЕЛ, л	4,46±0,11*	4,17±0,09*#	3,82±0,09*#	3,66±0,22*#	4,97±0,18#

**Примечание.** \* — статистическая достоверность средних величин показателей функции внешнего дыхания в сравнении с соответствующими показателями в контрольной группе ( $p < 0,05$ ); # — статистическая достоверность средних величин показателей функции внешнего дыхания в сравнении с соответствующими показателями в группе с подземным стажем 1–9 лет ( $p < 0,05$ );  $n$  — количество наблюдений.

факторов внешней среды носит фазный характер и последняя ее стадия — это фаза истощения адаптационных возможностей [3]. Чаще всего в этот период у горняков появляются уже клинические симптомы заболеваний.

Компенсаторные возможности дыхательной системы достаточно велики и заболеваниям предшествуют функциональные нарушения, которые могут быть довольно долго компенсированными. Пылевые заболевания легких до настоящего времени продолжают занимать ведущее место в структуре профессиональных заболеваний, достигая наиболее высоких показателей у работающих в угольной промышленности. Уже в бессимптомном периоде этих заболеваний происходит формирование бронхообструктивных нарушений и диффузного поражения бронхиального дерева [2]. При критических состояниях, возникающих в этот период, функциональные нарушения органов дыхания, исходно имеющиеся у рабочих шахт, выступают в качестве фоновой патологии и утяжеляют течение травматической болезни, либо основного заболевания [4].

Для проведения эффективной респираторной терапии в критическом состоянии у травмированного или заболевшего шахтера необходимо владеть информацией о патогенетическом варианте и степени выраженности исходных вентиляционных расстройств. Малоизученным остается патогенез дыхательной недостаточности, возникающей при критических состояниях у горнорабочих с длительным подземным стажем. Литературные сведения по этому вопросу малочисленны и разноречивы [2, 4, 5]. Поэтому, для выявления особенностей компенсаторных механизмов и последующей разработки дифференцированной респираторной терапии при критических состояниях. Нами поставлена цель изучить и оценить функциональное состояние внешнего дыхания у шахтеров с различным подземным стажем.

## Материалы и методы

Исследования функций внешнего дыхания проведены у 530 шахтеров — трудоспособных проходчиков и горнорабочих

двух шахт города Новокузнецка Кемеровской области, составившие основную группу. Средний возраст 39,8±0,7 лет, средний подземный стаж работы 16,9±0,6 лет. Основная группа была разделена на четыре подгруппы с интервалом в 10 лет в зависимости от подземного стажа работы. Контрольную группу составили 20 практически здоровых мужчин, не имеющих подземного стажа работы, но работающих в экстремальных условиях с нарушением биоритмов (анестезиологи-реаниматологи), в возрасте 31,6±2,3 лет. В обеих группах проводили исследование функции внешнего дыхания спирометром «MicroLoop» фирмы Micro Medical Ltd (Великобритания) с математической обработкой результатов при помощи компьютерной программы «Spida». Всем испытуемым исследование параметров внешнего дыхания выполняли в положении сидя. Измеряли скоростные показатели — максимальная объемная скорость выдоха на уровне 25% форсированной жизненной емкости легких — МОС 25 (MEF 25), максимальная объемная скорость выдоха на уровне 50% форсированной жизненной емкости легких — МОС 50 (MEF 50), пиковая объемная скорость выдоха — ПОС выдоха (PERF), средняя объемная скорость выдоха — СОС 25-75 выдоха (MMF), и скоростные показатели — объем форсированного выдоха за 1 секунду — ОФВ<sub>1</sub> (FEV<sub>1</sub>), жизненная емкость легких — ЖЕЛ (IVC), форсированная жизненная емкость легких — ФЖЕЛ (FVC). Также измеряли максимальную вентиляцию легких — МВЛ ( $V_{max}$ ) и резервный объем выдоха — РО выдоха (ERV). В таблице скоростные параметры представлены в процентах от должных.

Обработку полученных результатов проводили при помощи программы Instat (версия 2.05a+) по критерию Манна-Уитни [6]. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался за 0,05.

## Результаты и обсуждение

Согласно данным, представленным в таблице, во всех исследуемых группах наблюдали однотипные изменения показателей внешнего дыхания: снижение емкостных параметров (ЖЕЛ, ФЖЕЛ) на фоне сниженных (от должных) скоростных характеристик. Так, уже при подземном стаже работы до 10 лет выявлены достоверное уменьшение ФЖЕЛ до 3,48±0,12 л относительно контрольной группы, в которой ФЖЕЛ составила 4,59±0,16 л. Также определяли снижение ЖЕЛ до 4,46±0,11 л и

уменьшение ОФВ<sub>1</sub> до 3,43±0,11 л/сек по сравнению с соответствующими показателями в контрольной группе (см. таблицу), что говорит о снижении вентиляционной способности легких. Индекс Тиффно (ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ%) в основной группе был сохранен в пределах физиологической нормы, но снижен в сравнении с контрольной.

Исходя из вышеизложенного, можно констатировать, что при сохраненном, в основной группе, индексе Тиффно определяется снижение ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub>, усугубляющееся с увеличением подземного стажа. Нормальные показатели индекса Тиффно свидетельствуют о преобладании рестриктивных нарушений внешнего дыхания [7].

При этом абсолютные и относительные величины объемных скоростей экспираторного потока (МОС 25–50%) в основной группе были меньше соответствующих показателей в сравнении с контролем (см. таблицу). Мы получили достоверное снижение МОС 25% в основной группе, находящееся в обратной зависимости от длительности подземного стажа (с 103,13±6,77% в группе со стажем 1–9 лет до 78,63±9,76 в группе со стажем 30 и более лет) и свидетельствующее о нарушении проходимости бронхиального дерева [2]. Средняя объемная скорость в основных группах была статистически достоверно снижена от должных величин на 7–27%, а по сравнению с контрольной СОС 25–75 — 18–37,7% ( $p<0,05$ ). Пиковая объемная скорость выдоха в обследуемых группах достоверно не отличалась.

За развитие обструктивных нарушений в основной группе свидетельствуют увеличение резервного объема выдоха (РО<sub>выд</sub>) до 127,35±1,08% по сравнению с 111,45±2,07% в контрольной группе и недостоверное увеличение разности между ЖЕЛ и ФЖЕЛ, ЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> [7, 8]. Также определяли статистически достоверное снижение МВЛ с 128,26±4,12 л у горняков со стажем 1–9 лет до 112,82±6,61 л у работников со стажем более 30 лет. В контрольной группе этот показатель достоверно на 18% больше, чем у горняков с подземным стажем 1–9 лет и на 28% больше, чем у лиц с подземным стажем работы более 30 лет. По данным М. Навратила с соавт. (1967) величины МВЛ у здоровых мужчин в возрасте 40–50 лет колеблются от 70 до 150 л, а величины ниже 40 л считаются патологическими.

Патологически значимых изменений при исследовании функций внешнего дыхания мы не выявили, но полученные данные свидетельствуют о постепенном развитии у шахтеров смешанного варианта нарушений с преобладанием рестриктивного. В организме горняка происходят процессы, приводящие к уменьшению абсо-

лютного количества легочной ткани, что в конечном итоге уменьшает ее растяжимость [2].

Среди шахтеров, проработавших от 1 до 9 лет, выявляются отклонения показателей внешнего дыхания, а при подземном стаже 20–30 лет и более вентиляционные нарушения статистически достоверно прогрессируют. Очевидно, что при увеличении подземного стажа изменения параметров внешнего дыхания становятся более выраженными, статистически достоверными ( $p<0,05$ ), хотя вариант нарушения функции внешнего дыхания (преобладание рестриктивных расстройств) остается прежним.

Такая динамика согласуется с данными по заболеваемости шахтеров г. Ленинск-Кузнецка Кемеровской области, полученными Красулиной Г.П. [8]. Автор сообщает, что в течение первых 5 лет работы заболевает 22% шахтеров с последующим ростом пульмонологической заболеваемости до 55,6% при стаже работы 30 лет. Данные других исследователей [2] также подтверждают наличие и прогрессирование вентиляционных нарушений у горняков с достаточным подземным стажем, и мы не можем не согласиться с ними, что это является неблагоприятным прогностическим признаком.

Степень тяжести вентиляционных расстройств в представленном исследовании ниже, чем в других публикациях по данной теме [2, 5]. Объяснение такого различия, на наш взгляд, в том, что в наше исследование включали только трудоспособных шахтеров, в то время как в исследованиях других авторов были представлены как работающие, так и неработающие шахтеры.

## Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о наличии у шахтеров нарушений функций внешнего дыхания. Необходимость проведения профилактических осмотров, по нашему мнению, имеет непосредственное отношение к медицине критических состояний, так как полученные результаты должны учитываться при проведении комплексной интенсивной (в том числе и респираторной) терапии у тяжелобольных или травмированных шахтеров. Выявленные особенности — преобладание рестриктивных расстройств над обструктивными, предъявляют особые требования к проведению респираторной поддержки, а также к оснащению больниц шахтерских регионов современной дыхательной аппаратурой с возможностью выбора различных режимов вентиляции.

## Литература

1. Цигельник М. И., Павлов А. Ф., Трубицин А. А. Профессиональная заболеваемость и травматизм в угольной промышленности Кузбасса. Медицина труда и промышленная экология 2002; 10: 9–11.
2. Каптанова Т. А., Синева Е. Л. Мониторинг показателей биомеханики дыхания у шахтеров угольщиков. Медицина труда и промышленная экология 2003; 2: 22–25.
3. Селье Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс; 1982.
4. Чеченин М. Г., Никифорова Н. В., Чурляев Ю. А. Развитие легочных осложнений в процессе лечения тяжелой черепно-мозговой травмы у шахтеров. В кн.: Материалы межрегиональной конференции «Современные проблемы интенсивной терапии при травматических повреждениях и заболеваниях у шахтеров». Новокузнецк; 2002. 60–66.
5. Красулина Г. П. Патолофизиологические подходы к формированию групп пульмонологического риска у шахтеров: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Кемерово; 1999.
6. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика; 1999.
7. Гритти М. А. Патология легких. М.: Бином; 2001.
8. Навратил М., Кадлец К., Даум С. Патология дыхания. М.: Медицина; 1967.
9. Сергеева Л. И. Исследование функции внешнего дыхания. Метод. рекомендации для врачей. Новокузнецк; 2004.

Поступила 07.12.06