

Нарушение легочной вентиляции и газообмена у работников, занятых в производстве формованных огнеупоров

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»

Роспотребнадзора, ул. Попова, 30, Екатеринбург, Россия, 620014;

²Институт промышленной экологии Уральского отделения Российской академии наук, ул. Софьи Ковалевской, 20а, Екатеринбург, Россия, 620219

Введение. Профессиональный контакт с пылью, концентрации которой нередко превышают допустимые нормативы, а также воздействие сопутствующих вредных факторов (раздражающие газы, токсические вещества, неблагоприятный микроклимат рабочих мест, тяжелый физический труд) способствуют развитию у работников основных профессий огнеупорного производства заболеваний бронхолегочной системы как профессионального, так и производственно обусловленного характера, что приводит к снижению трудоспособности.

Цель исследования — изучить функциональное состояние респираторной системы для выявления ранних нарушений легочной вентиляции и газообмена у работников производства формованных огнеупоров.

Материалы и методы. Проспективное рандомизированное исследование включало практически здоровых работников мужского пола ($n=61$) огнеупорного завода по производству шамотно-динасовых (ШДО) и шпинелепериклазоуглеродистых огнеупоров (ШПУО). В клинике Екатеринбургского медицинского научного центра в 2017–2018 гг. были обследованы транспортировщики ($n=21$) цеха по производству ШПУО и прессовщики ($n=40$) прессо-формовочного участка по производству ШДО в возрасте от 27 до 60 лет и стажем работы во вредных условиях от 4 до 37 лет. Методом бодиплетизмографии (БПГ) определялись общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), отношение ООЛ/ОЕЛ, функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ), бронхиальное сопротивление и диффузионная способность легких (ДСЛ) по оксиду углерода методом одиночного вдоха. Для характеристики неventилируемого объема легких использовалась величина ДООЛ, представляющая собой разницу величин ОЕЛ, измеренных методами БПГ и разведения гелия при маневре одиночного вдоха.

Результаты. Обструктивный синдром (6,5%) являлся основным типом вентиляционных нарушений среди обследуемых работников и одинаково часто был зарегистрирован как у работников, занятых в производстве ШПУО (9,5%), так и у работников, занятых в производстве ШДО (5%). У работников, занятых в производстве ШПУО, обструктивный синдром сопровождался развитием легочной гиперинфляции, а у работников ШДО и тенденцией к развитию рестриктивных нарушений. Нарушение легочного газообмена зарегистрировано у каждого третьего, одинаково часто встречалось как у работников, занятых в производстве ШПУО, так и в производстве ШДО и проявлялось 2 вариантами: снижением ДСЛ (первый вариант) и снижением ДСЛ и увеличением ДООЛ (второй вариант).

Выводы: Результаты исследования свидетельствуют о необходимости проведения БПГ и определения диффузионной способности легких с целью выявления перфузионно-вентиляционных нарушений на ранней стадии развития у работников, занятых в производстве ШПУО, при стаже работы 8 лет и более, а у работников, занятых в производстве ШДО — 12 лет и более.

Ключевые слова: огнеупоры; пневмокониоз; нарушение вентиляции легких; бодиплетизмография

Для цитирования: Коневских Л.А., Омельченко О.Г., Другова О.Г., Вараксин А.Н., Обухова Т.Ю. Нарушение легочной вентиляции и газообмена у работников, занятых в производстве формованных огнеупоров. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (2): 74–79. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-2-74-79>

Для корреспонденции: Коневских Лилия Алексеевна, зав. НПО функциональной и лучевой диагностики ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, д-р мед наук. E-mail: la@konevskih.net

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Liliya A. Konevskikh¹, Olga G. Omel'chenko¹, Olga G. Drugova¹, Anatoliy N. Varaksin², Tatyana Yu. Obukhova¹

Pulmonary ventilation and gases exchange disorders in workers engaged into refractory materials production

¹Ekatereburg Medical Centre of Science Preventive Maintenance and Health Protection of Workers of the Industrial Enterprises, 30, Popova str., Ekaterinburg, 620014;

²Institute of Industrial Ecology, the Ural branch of the RAS, 20a, Sophyi Kovalevskoy str., Yekaterinburg, 620219

Introduction. Occupational exposure to dust in concentrations sometimes exceeding allowable norms, influence of associated hazards (irritating gases, toxic chemicals, unfavorable microclimate at workplace, heavy physical work) cause occupational and occupationally conditioned bronchopulmonary diseases and lower work capacity in workers with main occupations of refractory materials production.

Objective. To study functional state of respiratory system for diagnosis of early disorders of pulmonary ventilation and gases exchange in workers of moulded refractory materials production.

Materials and methods. Prospective randomized study included apparently healthy male workers ($n = 61$) of refractory materials plant producing chamotte-silica and spinel-periclase-carbon refractories. Clinic of Ekaterinburg medical research center in 2017–2018 provided examination of carriers ($n=21$) in spinel-periclase-carbon refractories production shop and pressmen ($n=40$) of moulding area in chamotte-silica refractories production, aged 27 to 60 years, with length of service in hazardous conditions from 4 to 37 years. Bodyplethysmography helped to assess general lung capacity (GLC), residual lung volume, ratio of residual lung volume to general lung capacity, functional residual lung capacity, bronchial resistance and diffusion lung ability by carbon oxide via single inspiration method. For nonventilated lung volume, the authors used Δ GLC value that is a difference between GLC values measured via bodyplethysmography and via helium dilution in single inspiration maneuver.

Results. Obstructive syndrome (6.5%) was a main type of ventilation disorders among the examinees, and equally frequent among the workers engaged into spinel-periclase-carbon refractories production (9.5%) and in those engaged into chamotte-silica refractories production (5%). The workers engaged into spinel-periclase-carbon refractories production had obstructive syndrome associated with lung hyperinflation, and those engaged into chamotte-silica refractories production had also a tendency to restrictive disorders. Lung gases exchange disorders were seen in one third of the examinees, equally frequent in both workers engaged into spinel-periclase-carbon refractories production and those engaged into chamotte-silica refractories production, manifested in 2 variants: lower diffusion lung capacity (first variant) and lower diffusion lung capacity with increased Δ GLC (second variant).

Conclusion. The study results prove necessity of bodyplethysmography and diffusion lung capacity diagnosis to reveal perfusion and ventilation disorders at early stages in workers engaged into spinel-periclase-carbon refractories production over 8 years and in those engaged into chamotte-silica refractories production over 12 years.

Key words: refractories; pneumoconiosis; lung ventilation disorders; bodyplethysmography

For citation: Konevskikh L.A., Omel'chenko O.G., Drugova O.G., Varaksin A.N., Obukhova T.Yu. Pulmonary ventilation and gases exchange disorders in workers engaged into refractory materials production. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 59 (2): 74–79. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-2-74-79>

For correspondence: Liliya A. Konevskikh, Chief of NPO for functional and imaging methods in Ekaterinburg medical research center of prevention and health care for industrial workers, Dr. Med. Sci. E-mail: la@konevskikh.net

Funding: The study had no funding.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Введение. Огнеупорные изделия широко применяются в тепловых агрегатах металлургической, коксохимической и стекольной промышленности для ведения высокотемпературных процессов. Технологические схемы производства различных видов огнеупоров, несмотря на некоторые отличия, имеют ряд общих гигиенических особенностей. В первую очередь, рабочие на всех этапах огнеупорного производства подвергаются воздействию пылевого фактора, состав которого зависит от вида изготавливаемого огнеупора. Наличие контакта с пылевым фактором, концентрации которого нередко превышают допустимые нормативы, а также воздействие сопутствующих вредных производственных факторов (раздражающие газы и токсические вещества, неблагоприятный микроклимат рабочих мест, тяжелый физический труд) способствуют развитию у рабочих заболеваний бронхолегочной системы как профессионального, так и производственно обусловленного характера [1,2].

Цель исследования — изучение функционального состояния респираторной системы для выявления ранних нарушений легочной вентиляции и газообмена у работников производства формованных огнеупоров.

Материалы и методы. В Екатеринбургском медицинском научном центре были обследованы работники — мужчины ($n=61$) в возрасте от 27 до 60 лет (средний возраст — 44 года) и стажем работы во вредных условиях от 4 до 37 лет (средний стаж работы — 15,5 года) огнеупорного завода цеха №1 (цех по производству боксито-магнезиальных огнеупоров) и цеха №2 (цех по производству шамотно-динасовых огнеупоров).

В цехе №1 на участке производства шпинелепериклазоуглеродистых огнеупоров (ШПУО) в воздух рабочей зоны поступает промышленный аэрозоль, содержащий оксиды магния, алюминия, кремния, фенол и формальдегид — летучие продукты фенол-формальдегидных смол (ФФС), оказывающие как общетоксическое, так и раздражающее (оксид магния, формальдегид), аллергенное (ФФС), кан-

церогенное (формальдегид, диоксид кремния), репротоксическое (формальдегид) и фиброгенное (корунд белый, диоксид кремния кристаллический) действие. Содержание диоксида кремния кристаллического в пыли составило от 2,0 до 2,9% (превышение концентрации диоксида кремния кристаллического на рабочем месте транспортировщика до 3,2 ПДК), а концентрация корунда составила 1,2 ПДК. При использовании порошкообразного фенольного связующего в воздух рабочей зоны поступают фенол и формальдегид — летучие продукты феноло-формальдегидных смол, концентрации которых на рабочем месте транспортировщика достигали 5,2 ПДК и 6,1 ПДК соответственно, класс условий труда третьей степени. В целом оценка условий труда по «химическому фактору» на рабочих местах транспортировщика цеха №1 соответствует классу 3.4, а по фактору «АПФД» — 3.2 (вредный). Таким образом, в профессии «транспортировщик» существует очень высокий (непереносимый) априорный профессиональный риск для здоровья от воздействия химических факторов и средний (существенный) риск от воздействия фиброгенных аэрозолей. «Безопасный» стаж работы для транспортировщиков, занятых в производстве ШПУО, составил в среднем 8,2 года.

В цехе №2 при производстве шамотно-динасовых огнеупоров (ШДО) прессовщики подвергаются воздействию пыли с высоким содержанием диоксида кремния (от 44,7 до 45,4%), концентрации которого превышали ПДК от 1,1 до 2,0 раза, что соответствует вредному классу первой степени. Таким образом, у прессовщиков в производстве шамотно-динасовых огнеупоров условия труда по фактору «АПФД» характеризуются как вредные первой степени, а профессиональный риск от воздействия АПФД оценивается как малый (умеренный). «Безопасный» стаж работы для прессовщиков, занятых в производстве ШДО, составил в среднем 12,2 года. Гигиенические исследования воздуха рабочей зоны проводились аккредитованной в установленном порядке лабораторией ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПИ

Роспотребнадзора, в соответствии с действующей нормативно-методической документацией. Оценка условий труда проводилась на основании руководства Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», оценка профессионального риска — в соответствии с критериями руководства Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

Все обследованные пациенты составили 2 группы: первая группа включала работников основных профессий (транспортники, $n=21$) огнеупорного цеха №1 (ОЦ №1). Вторую группу составили работники основных профессий (прессовщики, $n=40$) огнеупорного цеха №2 (ОЦ №2).

Всем работникам проведена спирометрия на приборе Spirolab (Италия) с определением статических легочных объемов: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), емкость вдоха (IC) и показателей, характеризующих бронхиальную проходимость: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), пиковая объемная скорость (ПОС), средняя объемная скорость при выдохе от 25% до 75% ФЖЕЛ (СОС 25–75), индекс Тиффно (ОФВ₁/ЖЕЛ). Бодиплетизмография (БПГ) проводилась на приборе «MasterScreen» фирмы «E. Jaeger», Германия. Из показателей БПГ были проанализированы: общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), отношение ООЛ/ОЕЛ, внутригрудной объем (ВГО), специфическое сопротивление дыхательных путей (sR_{aw}), общее бронхиальное сопротивление (R_{tot}), бронхиальное сопротивление вдоха (R_{in}) и бронхиальное сопротивление выдоха (R_{ex}). Исследования выполнялись по стандартным протоколам в соответствии с рекомендациями Европейского респираторного общества (ЕРО) и Американского торакального общества (АТО), 2005 г. [3]. Для дифференциальной диагностики обструктивного, рестриктивного и смешанного синдромов вентиляционных нарушений использовался алгоритм, разработанный М.А. Каменевой [4], который включал, кроме рекомендованных ЕРО и АТО (2005 г.) трех параметров (ЖЕЛ, ОЕЛ и индекс Тиффно), дополнительные параметры (ООЛ, отношение ООЛ/ОЕЛ). Данный алгоритм продемонстрировал лучшие результаты в диагностике рестриктивного синдрома вентиляционных нарушений. Для оценки анализируемых параметров использовался фиксированный процент от должной величины (% Д). Проанализированы различные участки петли (sR_{aw}) для определения уровня обструктивных нарушений. При интерпретации результатов БПГ оценивалось численное превосходство R_{ex} над R_{in} и в случае превышения R_{ex} более чем в 2,5 раза это считалось функциональным признаком потери эластичности стенок дыхательных путей вследствие эмфизематозной деструкции легких [4]. Нарушение легочного газообмена, в соответствии с рекомендациями ЕРО и АТО, (2005 г.), выявлялось по диффузионной способности легких (ДСЛ), которая определялась по оксиду углерода методом одиночного вдоха. Дополнительно, для объяснения причины диффузионных нарушений, оценивались величины альвеолярного объема (АО) и отношение ДСЛ/АО. Для характеристики невентируемого объема легких использовалась величину Δ ОЕЛ, представляющую собой разницу величин ОЕЛ, измеренных методами БПГ и разведения гелия при маневре одиночного вдоха [4]. Насыщение крови кислородом (S_{PO_2}) определялось методом непрямо

крои пульсоксиметром Nonin 9847 с детектором двуокиси углерода (США). Всем работникам проведена рентгенография органов грудной клетки: обзорный снимок грудной клетки и первично увеличенный снимок правого легкого. У большинства обследованных работников (65,6%), средний возраст которых составил 45 лет, средний стаж работы во вредных условиях — 15,6 года, было выявлено подозрение на пневмокониоз с рентгенографическими изменениями легочного рисунка в средних и нижних полях в виде намечающейся сетчатой деформации.

Полученные результаты были проанализированы методами прикладной математической статистики: описательная статистика, методы корреляционного и регрессионного анализа с использованием программы Statistica for Windows, 7 версия.

Результаты и обсуждение. Обследованные работники ОЦ №1 и ОЦ №2 одинаково часто (23,8% и 32,5% случаев) предъявляли жалобы на одышку при физической нагрузке и периодический сухой кашель в течение дня (19% и 12,5% соответственно). Табакокурение зарегистрировано у большинства обследованных (59%) одинаково часто как у работников ОЦ №1, так и ОЦ №2, средняя интенсивность курения составила 15,8 пачки-лет. Жалобы на влажный кашель с трудноотделяемой мокротой по утрам чаще предъявляли работники ОЦ №1 (33%). Полученные результаты исследований не выявили достоверных различий показателей спирометрии и бодиплетизмографии у обследуемых работников ОЦ №1 и ОЦ №2, в связи с чем был проведен индивидуальный анализ полученных данных. В соответствии с рекомендациями [3–5] проводилась дифференциальную диагностику обструктивного, рестриктивного и смешанного синдромов нарушений механики дыхания и вариантов нарушений легочного газообмена. Функциональными признаками обструктивного синдрома считались снижение индекса ОФВ₁/ЖЕЛ менее 70%, увеличение ООЛ свыше 150% Д и увеличение ООЛ/ОЕЛ свыше 140% Д. Выраженность бронхиальной обструкции определялась по степени изменения ОФВ₁ (по отношению к должной величине) с использованием трех градаций: умеренные (79–61% Д), значительные (60–51% Д) и резкие (менее 51% Д). Случаи снижения индекса Тиффно, увеличения ООЛ или ООЛ/ОЕЛ при нормальных значениях ОФВ₁ определялись как соответствующие умеренно выраженному обструктивному синдрому, что не противоречит данным литературы [4]. Нарушение механики дыхания по обструктивному типу без нарушения бронхиальной проходимости, т. е. умеренно выраженный обструктивный синдром, зарегистрирован у обследуемых работников в 6,5% случаев как у работников ОЦ №1 (9,5%), так и у работников ОЦ №2 (5%) без статистической значимости различий. Нарушений бронхиальной проходимости у обследованных работников по показателю ОФВ₁ не выявлено и при индивидуальном анализе: средние значения ОФВ₁ у работников ОЦ №1 составили 100,9% Д, а у работников ОЦ №2—100,7% Д. Условия прохождения воздуха по воздухоносным путям характеризуются также величиной общего бронхиального сопротивления (R_{tot}). Бронхиальное сопротивление, т. е. сопротивление трению в трахеобронхиальном дереве выражается в кПа/с/л, определяется при спокойном дыхании, на вдохе (R_{in}) и выдохе (R_{ex}) отдельно.

По результатам БПГ у работников ОЦ №1 и ОЦ №2 одинаково часто (71,4% и 67,5% соответственно) отмечалось увеличение R_{ex} от умеренно выраженного (0,31 кПа/с/л) до резкого увеличения (1,3 кПа/с/л), при этом средние значения R_{ex} в группах составили 0,41 кПа/с/л и 0,43

кПА/с/л соответственно. В качестве верхней границы нормы для мужчин было выбрано значение, равное 0,30 кПА/с/л [6]. Результаты, представленные в табл. 1, показывают, что у обследованных работников достоверно чаще регистрировалось увеличение R_{ex} , чем R_{in} . Увеличение R_{tot} с одновременным увеличением R_{ex} , свидетельствующее о генерализованном поражении бронхов, выявлено у половины обследованных работников ОЦ №1 и ОЦ №2 без статистической значимости различий. Изолированное увеличение R_{ex} (без увеличения R_{tot}) также одинаково часто встречалось у работников ОЦ №1 и ОЦ №2 и свидетельствовало об обструкции периферических дыхательных путей [4,6]. Обструктивный синдром был основным типом вентиляционных нарушений среди обследуемых работников. Рестриктивный тип нарушения вентиляции легких, который должен сопровождаться снижением ОЕЛ, в соответствии с рекомендациями ЕРО и АТО (2005 г.), не был выявлен среди обследованных работников. В то же время у работников ОЦ №1 и ОЦ №2 одинаково часто (14,3% и 12,5%) были выявлены изменения $R_{ex}/R_{in} > 2,5$. При этом у работников ОЦ №1, занятых в производстве ШПУО, увеличение $R_{ex}/R_{in} > 2,5$ в двух случаях (9,5%) сопровождалось увеличением ООЛ, ОЕЛ и снижением индекса Тиффно. У работников ОЦ №2, занятых в производстве ШДО, увеличение $R_{ex}/R_{in} > 2,5$ сопровождалось у всех работников снижением ОЕЛ и ООЛ до нижней границы нормы (средние значения составили 87%Δ и 88%Δ соответственно).

Снижение диффузионной способности легких (ДСЛ), свидетельствующее о нарушении газообмена легких, зарегистрировано у каждого третьего работника (35,2% случаев) и одинаково часто встречалось как у работников ОЦ №2, так и у работников ОЦ №1. Полученные результаты свидетельствуют, что нарушение газообмена легкой степени тяжести чаще ($p < 0,001$) выявлялось у работников ОЦ №2, а средней степени — одинаково часто среди работников ОЦ №1 и ОЦ №2. Так, у работников ОЦ №1 снижение ДСЛ легкой степени выраженности (ДСЛ $66,2 \pm 4,3\%$) зарегистрировано в 10,3% случаев, а средней степени (ДСЛ

$56,0 \pm 3,9\%$) — в 24%. У работников ОЦ №2 снижение ДСЛ легкой степени (ДСЛ $65,8 \pm 2,7\%$) отмечено в 25,4% случаев, а средней степени (ДСЛ $54,8 \pm 5,2\%$) — в 15,2%.

У работников ОЦ №2 чаще без статистической значимости различий (табл. 2), встречался вариант (I вариант) нарушения легочного газообмена, который характеризовался лишь снижением ДСЛ. Также был выявлен и иной вариант нарушения легочного газообмена (II вариант), который наряду со снижением ДСЛ сопровождался увеличением объема неventилируемого пространства (ДООЛ). У работников ОЦ №1 одинаково часто выявлялись I и II варианты нарушения легочного газообмена. Средний стаж работы, при котором были выявлены нарушения легочного газообмена, составил 12,3 года у работников ОЦ №1 («безопасный» стаж работы — 8,2 года) и 18,1 года у работников ОЦ №2 («безопасный» стаж работы — 12,2 года).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о генерализованном поражении бронхов у половины работников ОЦ №1 и ОЦ №2, что в совокупности с клиническими проявлениями указывает на развитие хронического бронхита. Обструктивные нарушения на уровне периферических дыхательных путей, сопровождающиеся увеличением $R_{ex}/R_{in} > 2,5$, одинаково часто были выявлены как у работников ОЦ №1, так и ОЦ №2, однако у работников ОЦ №1, занятых в производстве ШПУО, эти изменения чаще сопровождались увеличением ООЛ, ОЕЛ, изменением структуры ОЕЛ, а в некоторых случаях и развитием экспираторного коллапса дыхательных путей [7]. У работников ОЦ №2, занятых в производстве ШДО, обструктивные нарушения на уровне периферических дыхательных путей сопровождалась тенденцией к снижению ОЕЛ и ООЛ до нижней границы нормы и свидетельствовали о развитии рестриктивных нарушений вследствие нарушения растяжимости легочной ткани. Выявленные изменения, вероятно, обусловлены различными условиями труда работников основных профессий ОЦ №1 и ОЦ №2. Промышленный аэрозоль, находящийся в воздухе рабочей зоны работников ОЦ №1, содержит токсические и раздражающие вещества

Таблица 1

Частота встречаемости изменений показателей бронхиального сопротивления у работников, занятых в производстве формованных огнеупоров

The frequency of occurrence of changes in the indices of bronchial resistance in workers engaged into refractory materials production

Группа работников	Человек	Возраст, лет ($M \pm m$)	Стаж работы, лет ($M \pm m$)	Увеличение бронхиального сопротивления, абс., %			
				$R_{tot} + R_{ex}$	R_{ex}	R_{in}	$R_{ex}/R_{in} > 2,5$
ОЦ №1	21	45,4 ± 1,6	16,2 ± 2,1	10 (47,6%)	5 (23,8%)	4 (19%)	2 (9,5%)
ОЦ №2	40	42,5 ± 1,0	14,8 ± 1,4	20 (50%)	7 (17,5%)	8 (20%)	5 (12,5%)

Таблица 2

Частота встречаемости вариантов нарушений легочного газообмена у работников, занятых в производстве формованных огнеупоров

The frequency of occurrence of variants of pulmonary gases exchange disorders in workers engaged into refractory materials production

Группа работников	Число обследованных (n)	Возраст, лет ($M \pm m$)	Стаж работы, лет ($M \pm m$)	«Безопасный» стаж работы ($M \pm m$)	Снижение ДСЛ, абс., % / стаж работы, лет	Варианты нарушений легочного газообмена абс., %	
						I	II
ОЦ №1	21	45,4 ± 1,6	16,2 ± 2,1	8,2 ± 1,9	4 (19%) / 12,3 ± 1,3	2 (50%)	2 (50%)
ОЦ №2	40	42,5 ± 1,0	14,8 ± 1,4	12,2 ± 0,52	16 (40%) / 18,1 ± 2,1	10 (62,5%)	6 (37,5%)

Примечание: ДАС — диффузионная способность легких.

Note: ДАС — lung diffusion capacity.

(фенол, формальдегид, оксид магния), а промышленный аэрозоль в воздухе рабочей зоны работников ОЦ №2 характеризуется преобладанием пыли с высоким содержанием диоксида кремния кристаллического, обладающего фиброгенным действием.

Известно, что формирование обструктивного синдрома нарушений возможно при интерстициальных заболеваниях легких, к которым относится и пневмокониоз, развивающийся при воздействии на работников пыли преимущественно фиброгенного действия [4,8–10]. Однако гиперинфляция легких имеет место и у больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). Курение табака является основным фактором риска, но около 15–20% случаев ХОБЛ обусловлено профессиональными воздействиями (пыли, газов, паров, дымов, волокон) [11]. У работников огнеупорных цехов высокая запыленность воздуха рабочей зоны и воздействие сопутствующих вредных производственных факторов (раздражающие газы и токсические вещества, неблагоприятный микроклимат рабочих мест, тяжелый физический труд) не исключают развитие пылевого (токсико-пылевого) бронхита и ХОБЛ. Проведенный анализ взаимосвязи нарушений легочной вентиляции и газообмена с курением и рентгенологическими изменениями не позволил сделать однозначный вывод. Установлена статистически значимая связь по критерию хи-квадрат ($\chi^2=0,0081$) нарушений легочного газообмена с рентгенологическими изменениями. Среди работников с нарушением легочного газообмена (II вариант) значительно чаще (63,6%) встречались пациенты с изменениями легочного рисунка в средних и нижних полях в виде намечающейся сетчатой деформации. У работников с отсутствием рентгенологических признаков патологии легких также встречались случаи нарушения легочного газообмена, преимущественно I вариант (26,3%) и реже II вариант (15,7%). Полученные результаты свидетельствуют, что нарушения легочного газообмена при определении диффузионной способности легких у работников, работающих в запыленных условиях, выявляются значительно раньше, чем изменения на рентгенограмме легких. Второй вариант нарушения легочного газообмена с отсутствием рентгенологических признаков патологии легких у работников не исключает развитие хронического бронхита и хронической обструктивной болезни легких.

В настоящее время вопросы ранней диагностики профессиональной ХОБЛ и особенностей фенотипирования, несмотря на имеющуюся доказательную базу причинно-следственной связи между ХОБЛ и профессиональным воздействием, вызывающим более тяжелое течение, остаются нерешенными, что обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований [11,12].

Выводы:

1. У каждого второго работника, занятого в производстве формованных огнеупоров, выявлено генерализованное поражение бронхов, что в совокупности с клинической картиной свидетельствует о развитии хронического бронхита.

2. Обструктивный синдром нарушения легочной вентиляции (в 6,5% случаев), одинаково часто был зарегистрирован как у работников, занятых в производстве ШПУО, так и у работников, занятых в производстве шамотно-динасовых огнеупоров. У работников, занятых в производстве ШПУО, обструктивный синдром сопровождался развитием легочной гиперинфляции, а у работников ШДО — тенденцией к развитию рестриктивных нарушений легочной ткани.

3. У работников огнеупорных цехов нарушение легочного газообмена зарегистрировано у каждого третьего, одинаково часто встречалось как у работников, занятых в произ-

водстве ШДО, так и ШПУО и проявлялось 2 вариантами: снижением лишь ДСЛ (первый вариант) и снижением ДСЛ с увеличением ДОЕЛ (второй вариант).

4. Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости включения в план обследования работников огнеупорных цехов бодиплетизмографии и определения диффузионной способности легких с целью выявления перфузионно-вентиляционных нарушений на ранней стадии развития. У работников, занятых в производстве ШПУО, в план обследования при проведении ПМО рекомендуется включать бодиплетизмографию и определение диффузионной способности легких при стаже работы 8 лет и более, а у работников, занятых в производстве ШДО, — при стаже работы 12 лет и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Другова О.Г., Рослый О.Ф. Гигиеническая характеристика аэрозолей при производстве периклазоуглеродистых огнеупоров. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 9: 47–8.
2. Профессиональные заболевания органов дыхания: национальное руководство. М.: ГЭОСТАР-Медиа; 2015.
3. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Grapo R.O., et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(5): 948–68.
4. Каменева М.Ю. Нарушения механики дыхания и легочного газообмена у больных интерстициальными заболеваниями легких: автореф. ... д-ра мед. наук. 2016.
5. Quanjer P.H., Pretto J.J., Brazale D.J., Boros P.W. Grading the severity of airways obstruction: new wine in new. *Eur. Respir. J.* 2014; 43(2): 505–12.
6. Черняк А.В. Измерение сопротивления дыхательных путей при бодиплетизмографии. *Практическая пульмонология.* 2016; 4: 32–7.
7. Smith B.M., Hoffman E.A., Basner R.C., Kawut S.M. et al. Not all measures of hyperinflation are created equal: lung structure and clinical correlates of gas trapping and hyperexpansion in COPD: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA) COPD study. *Chest.* 2014; 145(6): 1305–15.
8. Павловская Н.А. Патогенетические аспекты воздействия фиброгенной пыли на организм человека. *Микроэлементы в медицине.* 2009; 10 (3–4): 23–30.
9. Подмогильная К.В., Федякина В.В., Горбянский Ю.Ю., Саколичик М.А. Современное представление о рисках интерстициальных профессиональных заболеваний легких. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 7: 45–50.
10. Юрueva О.А., Каменева М.Ю., Трофимов В.И., Тишков А.В. Бронхообструктивный синдром при интерстициальных заболеваниях легких. *Ульяновский медико-биологический журнал.* 2016; 4: 70–1.
11. Саколичик М.А., Горбянский Ю.Ю., Подмогильная К.В., Федякина В.В. Эпидемиологические особенности профессиональной хронической обструктивной болезни легких. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 7: 51–5.
12. Balmes J., Becklake M., Blanc P., Henneberger P. et al. American Thoracic Society statement: occupational contribution to the burden of airway disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2003; 161: 787–97.

REFERENCES

1. Drugova O.G., Roslyj O.F. Health effects of industrial aerosols in magnesium-carbon refractories manufacturing. *Med. truda i prom. ekol.* 2015; 9: 47–8 (in Russian).
2. Occupational diseases of respiratory system. Natsional'noye rukovodstvo. M.: GEOSTAR-Media; 2015 (in Russian).

3. Pellegrino R., Viegri G., Brusasco V., Grapo R.O., et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(5): 948–68.
4. Kameneva M.Yu. Respiratory mechanics and pulmonary gas exchange impairments in patients with interstitial lung disease. *Autoref. d-ra med. nauk.* 2016 (in Russian).
5. Quanjer P.H., Pretto J.J., Brazale D.J., Boros P.W. Grading the severity of airways obstruction: new wine in new bottles. *Eur. Respir. J.* 2014; 43(2): 505–12.
6. Chernyak A.V. Functional tests in diagnostics of small airways diseases. *Atmosfera. Pul'monologiya i allergologiya.* 2013; 1: 36–41 (in Russian).
7. Smith B.M., Hoffman E.A., Basner R.C., Kawut S.M. et al. Not all measures of hyperinflation are created equal: lung structure and clinical correlates of gas trapping and hyperexpansion in COPD: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) COPD study. *Chest.* 2014; 145(6): 1305–15.7
8. Pavlovskaya N.A. Pathogenic effects of fibrogenic dust exposure. *Mikroelementy v meditsine.* 2009; 10 (3–4): 23–30 (in Russian).
9. Podmogil'naya K.V., Fedyakina V.V., Gorblyanskiy Yu.Yu., Sakol'chik M.A. Current understanding of occupation-related interstitial lung disease. *Med. truda i prom. ekol.* 2018; 7: 45–50 (in Russian).
10. Yur'yeva O.A., Kameneva M.Yu., Trofimov V.I., Tishkov A.V. Bronchial obstruction in interstitial lung disease. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal.* 2016; 4: 70–1 (in Russian).
11. Sakol'chik M.A., Gorblyanskiy Yu.Yu., Podmogil'naya K.V., Fedyakina V.V. Epidemiology of occupation-related chronic obstructive pulmonary disease. *Med. truda i prom. ekol.* 2018; 7: 51–5 (in Russian).
12. Balmes J., Becklake M., Blanc P., Henneberger P. et al. American Thoracic Society statement: occupational contribution to the burden of airway disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2003; 161: 787–97.

Дата поступления / Received: 16.01.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 05.02.2019

Дата публикации / Published: 26.02.2019