

МЕДИЦИНА ТРУДА

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

Носов А.Е., Власова Е.М., Устинова О.Ю.

Влияние возраста, окружности талии и курения на показатели функции внешнего дыхания на примере работников шахты по добыче хромовых руд

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия

Введение. Шахтная добыча полезных ископаемых характеризуется воздействием на работников вредных (опасных) факторов: пыли, шума, общей и локальной вибрации, тяжести труда, нагревающего или охлаждающего микроклимата.

Целью работы явилось изучение влияния продолжительности стажа работы в подземных условиях на добыче хромовой руды в сочетании с биологическими (возраст, ожирение) и поведенческими (курение) параметрами на спирометрические показатели бронхиальной обструкции.

Материал и методы. В исследование включены 134 работника шахты по добыче хромовой руды с подземным стажем 1–33 года. В группе сравнения были 404 человека, никогда не работавших в шахте. Функцию внешнего дыхания оценивали на спирометре «SP-1» («Schiller»). Статистическую обработку проводили с помощью компьютерной программы SPSS v. 22. Выполняли построение моделей однофакторной и многофакторной линейной регрессии.

Результаты. Построение однофакторных линейных регрессионных моделей зависимости объёма форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) и форсированной жизненной ёмкости лёгких (ФЖЕЛ) от выбранных независимых факторов (возраст, окружность талии, стаж курения, подземный стаж) показало статистически значимое влияние на зависимую переменную всех введённых в модель факторов ($R^2 = 0,010–0,135$; $p = 0,026–0,0001$). Вариабельность обструктивных параметров в многофакторной линейной регрессионной модели имеет достаточно низкую обусловленность изучаемыми факторами (для ОФВ₁% $R^2 = 0,163$; для ФЖЕЛ% $R^2 = 0,107$). Наиболее значимыми факторами, влияющими на снижение данных показателей, являются стаж курения и окружность талии. Меньшее, но статистически значимое значение имеют возраст и стаж работы в подземных условиях.

Ограничения исследования. Ограничением результатов исследования являлось то, что они характеризуют конкретный комплекс определённых условий труда и образа жизни работников хромовых шахт.

Заключение. Небольшая доля влияния на обструктивные показатели стажа подземной работы может быть обусловлена применением современных инженерно-технических систем по устранению вредного влияния факторов производства, а также средств индивидуальной защиты органов дыхания от воздействия пыли.

Ключевые слова: хромовая руда; подземные работы; функция внешнего дыхания; обструктивные нарушения

Соблюдение этических стандартов. Программа исследования была одобрена Этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 16 от 05.02.2018г.). Все пациенты были проинформированы о цели проведения исследования, было получено добровольное информированное согласие.

Для цитирования: Носов А.Е., Власова Е.М., Устинова О.Ю. Влияние возраста, окружности талии и курения на показатели функции внешнего дыхания на примере работников шахты по добыче хромовых руд. *Здравоохранение Российской Федерации.* 2022; 66(3): 232–238. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-3-232-238>

Для корреспонденции: Носов Александр Евгеньевич, канд. мед. наук, зав. стационаром (отделение профпатологии терапевтического профиля) ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: nosov@fcrisk.ru

Участие авторов: Носов А.Е. — концепция, дизайн исследования, сбор материала, статистическая обработка написания текста; Власова Е.М. — концепция, написание текста; Устинова О.Ю. — концепция, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила 29.10.2020

Принята в печать 03.03.2021

Опубликована 28.06.2022

OCCUPATIONAL MEDICINE

© AUTHORS, 2022

Alexander N. Nosov, Elena M. Vlasova, Olga Yu. Ustinova

The influence of age, waist circumference and smoking on the respiratory function indices on the example of employees of a chrome ore mine

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation

Introduction. Employees engaged in mining are exposed to several harmful (hazardous) occupation factors: dust factor, industrial noise, general and local vibration, hard labour, heating or cooling microclimate.

The paper **aims** at studying the influence of the length of employment in underground chrome ore mining coupled with biological (age, obesity) and behavioral (smoking) parameters on spirometric bronchial obstruction indices.

Material and methods. The study included 134 employees of a chrome ore mine having underground experience from 1 to 33 years. The comparison group comprised of 404 people who had never worked in a mine. External respiration function was evaluated using the Spirometer SP-1 (Schiller). Statistical processing was carried out using the SPSS 22. One-factor and multi-factor linear regression models were built.

Results. The construction of one-factor linear regression models of the dependence of FEV₁%, FVC% considering the selected independent factors (age, waist circumference, smoking experience, underground experience) showed a statistically significant effect on the dependent variable of all factors in the model ($R^2 = 0.010-0.135$; $p = 0.026-0.0001$). The variability of obstructive parameters in a multi-factor linear regression model occurs not often in terms of the studied factors (as for FEV₁%, $R^2 = 0.163$; as for FVC%, $R^2 = 0.107$). Smoking experience and waist circumference are the most significant factors leading to the decrease in these indices. Age and underground work experience are less important, but statistically significant.

Limitations. The limitation of the results of the study was that they characterize a specific set of certain working conditions and lifestyles of workers in chromium mines.

Conclusion. A small part of the impact on the obstruction indices of underground work experience might be due to the use of modern engineering systems to eliminate the harmful effects of occupation factors, as well as personal respiratory protection from dust exposure.

Keywords: *chrome ore; underground work; external respiration function; obstructive disorders*

Compliance with ethical standards: The study program was approved by the ethics committee of the FBSI «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies» (protocol No. 16 dated February 05, 2018). All patients were informed about the purpose of the study, and voluntary informed consent was obtained.

For citation: Nosov A.E., Vlasova E.M., Ustinova O.Yu. The influence of age, waist circumference and smoking on the respiratory function indices on the example of employees of a chrome ore mine. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2022; 66(3): 232–238. (In Russian). <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-3-232-238>

For correspondence: Alexander Ye. Nosov, MD, PhD, Head of Inpatient Department, Clinic of Occupational Medicine, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: nosov@fcrisk.ru

Information about the authors:

Nosov A.E., <https://orcid.org/0000-0003-0539-569X>

Vlasova E.M., <https://orcid.org/0000-0003-3344-3361>

Ustinova O.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>

Contribution: *Nosov A.E.* — concept, research design, collection of material, statistical processing, text writing. *Vlasova E.M.* — concept, text writing. *Ustinova O.Yu.* — concept, editing. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of its final version.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: October 29, 2020

Accepted: March 03, 2021

Published: June 28, 2022

Введение

Широкое распространение в России добычи полезных ископаемых шахтным способом обуславливает высокую актуальность сохранения трудовых ресурсов в этой отрасли, предотвращение профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости, снижение случаев временной и стойкой утраты трудоспособности [1]. Шахт-

ная добыча полезных ископаемых характеризуется воздействием на работников вредных (опасных) факторов: пыли, производственного шума, общей и локальной вибрации, тяжести труда, нагревающего или охлаждающего микроклимата [2–10]. Хромовая руда служит основным сырьём для ферросплавной промышленности. Наибольшие объёмы добычи хромовой руды имеют ЮАР, Казахстан, Зимбабве. Наиболее крупные месторождения хро-

митов в России сосредоточены на Урале; крупнейшее из них — Сарановское месторождение (объём добычи руды подземным способом 150 тыс. тонн в год). Для хромитовой руды Сарановского месторождения характерен следующий состав: хрома триоксид (32,83–40,24%), железа триоксид (13,65–15,90%), магния оксид (13,35–15,5%). В состав пыли воздуха рабочей зоны также входят кремния диоксид (3,30–7,26%), кальция оксид (0,95–1,51%), а также незначительные количества других элементов (никель, кобальт, фосфор, сера, оксиды натрия, калия, ванадия, титана и др.).

В течение долгого времени заболевания системы дыхания (пневмокозиозы, хроническая обструктивная болезнь лёгких) являлись главной причиной развития профессиональной патологии, а также стойкой утраты трудоспособности у шахтёров [11–20]. Исследования пылевой патологии лёгких, проведённые в середине–конце XX в., позволили создать научно-практическую базу для разработки профилактических мер различного уровня, влиять на профессиональную заболеваемость и улучшать трудовой прогноз у работников пылевых профессий [9, 21–24]. Однако, кроме производственных факторов (пыль, микроклимат), на развитие обструктивных нарушений у работников могут влиять курение, возраст, антропометрические данные, совместное воздействие которых изучено недостаточно.

Цель работы — изучить влияние продолжительности стажа работы в подземных условиях на добыче хромовой руды в сочетании с биологическими (возраст, ожирение) и поведенческими (курение) параметрами на спирометрические показатели бронхиальной обструкции.

Материал и методы

В исследование включены 134 работника шахты по добыче хромовой руды с подземным стажем от 1 до 33 лет. В группе сравнения были 404 человека, никогда не работавших в шахте. Все работники мужчины, средний возраст работников с подземным стажем $39,9 \pm 10,5$ года, работников без подземного стажа — $39,8 \pm 10,9$ года ($p = 0,9$). Среднее значение подземного стажа в группе наблюдения составило $8,3 \pm 7,2$ года, средний стаж работников группы сравнения — $8,7 \pm 7,4$ года. Среди шахтёров курили 64,2% (длительность курения $12,5 \pm 8,2$ года), а среди работников, не имевших подземного стажа, — 45,4% (длительность курения $10,6 \pm 7,0$ года; $p = 0,001$). На основании данных жалоб, анамнеза, клинического обследования в группе наблюдения установлено наличие хронического бронхита у 32 (23,9%) работников, в группе сравнения — у 44 (10,9%). Пациенты с бронхиальной астмой в исследование не включались.

В составе добываемой хромитовой руды, состоящей на 90% из хромшпинелидов ($\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2^{3+}\text{O}_4$), преимущественно присутствуют оксиды хрома и железа в незначительном содержании кремния. Концентрация в воздухе рабочей зоны $\text{PM}_{2,5}$ достигала $2,680 \pm 0,536$ мг/м³, концентрация PM_{10} — $4,635 \pm 0,927$ мг/м³ (класс условий труда 3.1). На всех рабочих местах группы наблюдения установлены пониженная температура воздуха, и класс условий труда по фактору «микроклимат» оценён как вредный (класс 3.3). Региональная и общая физическая нагрузка, перемещение груза, нахождение в неудобной (фиксированной) позе определили оценку труда работников как «тяжёлый» с классом условий труда по тяжести трудового процесса 3.2–3.3.

Работники шахты по добыче хромовой руды в своей работе использовали противоаэрозольное средство индивидуальной защиты органов дыхания, предохраняющее от воздействия дыма, пылевых и аэрозольных частиц. Фильтры защитных устройств изготовлены из тонковолокнистой синтетики с сетчатой структурой.

Клиническое обследование выполнено по стандартной методике с оценкой антропометрических данных. Окружность талии (ОТ, см) измеряли на уровне пупка, на середине расстояния между верхним краем подвздошной кости и нижним краем рёберной дуги.

Функцию внешнего дыхания оценивали на спирометре «SP-1» с применением датчика SP-20 («Schiller AG») с использованием для расчёта должных величин стандартов по Knudson, учитывающих показатели форсированной жизненной ёмкости лёгких (ФЖЕЛ, % от должного), объём форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁, % от должного), отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ, объёмную форсированную скорость выдоха 25%, 50%, 75% ФЖЕЛ (МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅).

Статистическую обработку проводили с помощью программы SPSS v. 22. Выполняли построение моделей однофакторной и многофакторной линейной регрессии с расчётом коэффициента детерминации (R^2), 95% доверительного интервала для каждого коэффициента регрессии, коэффициента Дурбина–Уотсона (критерий соблюдения условия независимости остатков). Оптимальное значение данного коэффициента около 2, но допускается его значение от 1 до 3. При использовании статистических процедур достаточным уровнем значимости считали $p < 0,05$.

Настоящее исследование выполнено в соответствии с правилами ICHGCP, Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), с соблюдением этических норм, изло-

Таблица 1. Параметры однофакторных линейных регрессионных моделей для ОФВ₁

Table 1. Parameters of one-way linear regression models for FEV₁

Модель Model	R^2	Стандартная ошибка оценки Standard error of estimation	F	Константа [95% ДИ] Constant [95% CI]	B [95% ДИ / CI]	Коэффициент Дурбина–Уотсона Durbin–Watson coefficient	p
ОФВ ₁ –возраст FEV ₁ –age	0,024	12,8	11,85	102,8 [98,4–107,2]	–0,19 [–(0,29)–(–0,08)]	2,005	0,001
ОФВ ₁ –подземный стаж FEV ₁ –underground experience	0,01	12,9	5,01	95,9 [94,6–97,1]	–0,26 [–(0,47)–(–0,03)]	2,023	0,026
ОФВ ₁ –стаж курения FEV ₁ –smoking experience	0,135	13,0	32,9	103,8 [100,7–106,9]	–0,52 [–(0,69)–(–0,34)]	2,19	0,0001
ОФВ ₁ –ОТ FEV ₁ –waist circumference	0,044	12,8	22,5	117,2 [108,1–126,3]	–0,23 [–(0,33)–(–0,13)]	1,91	0,0001

Таблица 2. Параметры однофакторных линейных регрессионных моделей для ФЖЕЛ

Table 2. Parameters of one-way linear regression models for FVC

Модель Model	R^2	Стандартная ошибка оценки Standard error of estimation	F	Константа [95% ДИ] Constant [95% CI]	В [95% ДИ / CI]	Коэффициент Дурбина–Уотсона Durbin–Watson coefficient	p
ФЖЕЛ–возраст FVC–age	0,052	12,3	26,4	105,9 [101,7–110,1]	–0,27 [(–0,37)–(–0,17)]	1,80	0,0001
ФЖЕЛ–подземный стаж FVC–underground experience	0,020	12,5	10,1	96,0 [94,8–97,2]	–0,35 [(–0,57)–(–0,13)]	1,90	0,002
ФЖЕЛ–стаж курения FVC–smoking experience	0,084	12,3	19,3	102,6 [99,7–105,5]	–0,37 [(–0,54)–(–0,21)]	1,88	0,0001
ФЖЕЛ–ОТ FVC–waist circumference	0,064	12,2	33,1	120,7 [111,9–129,4]	–0,27 [(–0,36)–(–0,18)]	1,80	0,0001

Таблица 3. Параметры однофакторных линейных регрессионных моделей для (ОФВ₁/ФЖЕЛ)

Table 3. Parameters of one-way linear regression models for FEV₁/FVC

Модель Model	R^2	Стандартная ошибка оценки Standard error of estimation	F	Константа [95% ДИ] Constant [95% CI]	В [95% ДИ / CI]	Коэффициент Дурбина–Уотсона Durbin–Watson coefficient	p
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ–возраст FEV ₁ /FVC–age	0,004	8,9	2,16	97,5 [94,4–100,5]	0,06 [(–0,019)– 0,13]	1,92	0,14
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ–подземный стаж FEV ₁ /FVC–underground experience	0,004	8,9	2,15	99,4 [98,6–100,3]	0,12 [(–0,04)– 0,27]	1,95	0,14
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ–стаж курения FEV ₁ /FVC–smoking experience	0,038	8,6	8,2	100,9 [98,9–103,0]	–0,17 [(–0,29)–(–0,05)]	2,02	0,005
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ–ОТ FEV ₁ /FVC–waist circumference	0,0001	8,9	0,16	98,4 [92,0–104,8]	0,013 [(–0,05)–0,08]	1,96	0,69

Таблица 4. Параметры однофакторных линейных регрессионных моделей для МОС₂₅–МОС₇₅

Table 4. Parameters of linear regression models for FEV₂₅–FEV₇₅

Модель Model	R^2	Стандартная ошибка оценки Standard error of estimation	F	Константа [95% ДИ] Constant [95% CI]	В [95% ДИ / CI]	Коэффициент Дурбина–Уотсона Durbin–Watson coefficient	p
МОС ₂₅ –возраст FEV ₂₅ –age	0,0001	32,3	0,07	97,8 [86,8; 108,9]	–0,035 [(–0,30)–0,23]	2,05	0,79
МОС ₂₅ –подземный стаж FEV ₂₅ –underground experience	0,0001	32,3	0,21	96,8 [93,7; 99,9]	–0,13 [(–0,69)–0,43]	2,06	0,65
МОС ₂₅ –стаж курения FEV ₂₅ –smoking experience	0,067	32,1	15,0	108,3 [100,6; 115,9]	–0,86 [(–1,29)–0,42]	2,08	0,0001
МОС ₂₅ –ОТ FEV ₂₅ –waist circumference	0,007	32,2	3,5	118,3 [95,2; 141,4]	–0,23 [(–0,47)–0,01]	2,03	0,06
МОС ₃₀ –возраст FEV ₃₀ –age	0,007	27,5	3,32	84,6 [75,2; 94,0]	0,21 [(–0,02)–0,44]	2,04	0,069
МОС ₃₀ –подземный стаж FEV ₃₀ –underground experience	0,0001	27,6	0,03	93,1 [90,4; 95,7]	–0,04 [(–0,53)–0,44]	2,03	0,86
МОС ₃₀ –стаж курения FEV ₃₀ –smoking experience	0,045	26,9	9,90	100,7 [94,2; 107,1]	–0,59 [(–0,95)–(–0,22)]	2,14	0,002
МОС ₃₀ –ОТ FEV ₃₀ –waist circumference	0,0001	27,6	0,015	91,8 [72,1; 111,5]	0,013 [(–0,19)–0,22]	2,03	0,90
МОС ₇₅ –возраст FEV ₇₅ –age	0,014	21,7	6,29	104,8 [96,5; 113,2]	–0,25 [(–0,45)–(–0,05)]	2,09	0,013
МОС ₇₅ –подземный стаж FEV ₇₅ –underground experience	0,001	21,8	0,58	94,8 [92,6; 97,0]	–0,15 [(–0,54)–0,23]	2,09	0,44
МОС ₇₅ –стаж курения FEV ₇₅ –smoking experience	0,053	20,8	10,8	100,9 [95,5; 106,4]	–0,49 [(–0,79)–(–0,20)]	2,37	0,001
МОС ₇₅ –ОТ FEV ₇₅ –waist circumference	0,001	21,8	0,51	100,5 [83,8; 117,3]	–0,06 [(–0,23)–0,11]	2,09	0,47

Таблица 5. Параметры модели многофакторной линейной регрессии для ОФВ₁**Table 5.** Parameters of the multivariate linear regression model for FEV₁

Независимые переменные Independent variables	Коэффициенты / Coefficients		<i>t</i>	<i>p</i>	95% ДИ для В / 95% CI for B	
	В	стандартная ошибка standard error			нижняя граница lower limit	верхняя граница upper limit
Константа / Constant	118,9	4,728	25,315	0,0001	110,413	128,995
Длительность курения Smoking experience	-0,490	0,119	-4,133	0,0001	-0,724	-0,256
Возраст / Age	-0,115	0,056	-2,055	0,040	-0,225	-0,005
Подземный стаж Underground experience	-0,233	0,114	-2,046	0,041	-0,456	-0,009
ОТ / Waist circumference	-0,203	0,050	-4,067	0,0001	-0,301	-0,105

Примечание. $R^2 = 0,163$; $F = 13,53$; значимость изменения F для модели = 0,0001; коэффициент Дурбина–Уотсона 2,17.

Note. $R^2 = 0,163$; $F = 13,53$; change significance of F for the model = 0,0001; Durbin–Watson coefficient – 2,17.

Таблица 6. Параметры модели многофакторной линейной регрессии для ФЖЕЛ**Table 6.** Parameters of the multivariate linear regression model for FVC

Независимые переменные Independent variables	Коэффициенты / Coefficients		<i>t</i>	<i>p</i>	95% ДИ для В / 95% CI for B	
	В	стандартная ошибка standard error			нижняя граница lower limit	верхняя граница upper limit
Константа / Constant	102,6	1,487	68,984	0,0001	99,682	105,546
Длительность курения Smoking experience	-0,37	0,085	-4,39	0,0001	-0,539	-0,205
Возраст / Age	-0,184	0,053	-3,47	0,001	-0,288	-0,080
Подземный стаж Underground experience	-0,308	0,108	-2,86	0,004	-0,520	-0,096
ОТ / Waist circumference	-0,225	0,047	-4,77	0,0001	-0,318	-0,132

Примечание. $R^2 = 0,107$; $F = 19,11$; значимость изменения F для модели = 0,0001; коэффициент Дурбина–Уотсона 1,79.

Note. $R^2 = 0,107$; $F = 19,11$; change significance of F for the model = 0,0001; Durbin–Watson coefficient – 1,79.

женных в Хельсинкской декларации (2008 г.). Программа исследования была одобрена Этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 16 от 05.02.2018). Все пациенты были информированы о цели проведения исследования, было получено добровольное информированное согласие.

Результаты

Построение линейных регрессионных моделей зависимости ОФВ₁ % от выбранных независимых факторов (возраст, ОТ, стаж курения, подземный стаж) показало статистически значимое влияние на зависимую переменную всех введенных в модель факторов (табл. 1). Наибольшее влияние на снижение ОФВ₁ оказала длительность курения. Следующими по значимости параметрами явились ОТ и возраст работника, а наименьшим по степени влияния на зависимую переменную был стаж работы в подземных условиях. В целом, обусловленность общей вариабельности ОФВ₁ анализируемыми факторами оказалась небольшой (R^2 для длительности курения составил 0,135; $p = 0,0001$). Аналогичные статистически значимые ранговые зависимости от выбранных факторов установлены для ФЖЕЛ% (табл. 2).

На соотношение ОФВ₁/ФЖЕЛ оказывало влияние только курение ($R^2 = 0,038$; $p = 0,005$) без статистически значимых зависимостей от остальных факторов (табл. 3).

Снижение максимальной объемной скорости на уровне 25 и 50% ФЖЕЛ также определялось исключительно стажем курения, а на уровне 75% ФЖЕЛ — возрастом и стажем курения (табл. 4).

Учитывая найденные зависимости изучаемых независимых факторов и параметров, характеризующих obstructивные нарушения на спирограмме, была рассчитана модель многофакторной линейной регрессии для ОФВ₁ и ФЖЕЛ как для показателей, показавших наибольшее число статистически значимых зависимостей по результатам однофакторного моделирования (табл. 5, 6).

Итоговое уравнение для прогнозирования значения ОФВ₁ для работника шахты по добыче хромовых руд принимает следующий вид:

$$\text{ОФВ}_1 = 118,9 - 0,49 \cdot \text{длительность курения (лет)} - 0,23 \cdot \text{подземный стаж (лет)} - 0,203 \cdot \text{ОТ (см)} - 0,115 \cdot \text{возраст (лет)}.$$

Итоговое уравнение для прогнозирования значения ФЖЕЛ% для работника шахты по добыче хромовых руд принимает следующий вид:

$$\text{ФЖЕЛ} = 102,6 - 0,37 \cdot \text{длительность курения (лет)} - 0,308 \cdot \text{подземный стаж (лет)} - 0,225 \cdot \text{ОТ (см)} - 0,184 \cdot \text{возраст (лет)}.$$

Обсуждение

Развитие медицины труда как отрасли медицинской науки, а также научно-технический прогресс в сфере охраны труда позволяют изменить структуру и патологическое воздействие производственных факторов на организм работников вредных производств. В течение многих веков труд шахтёров оставался неавтоматизированным, а воздействие вредных факторов — высокоинтенсивным [13]. Учение о пылевых заболеваниях лёгких начало развиваться в XVI в. с работ Агрикола и Парацельса, а в XVIII в. Б. Рамаццини в работе «О болезнях ремесленников» и М.В.

Ломоносов в труде «Первые основания металлургии, или рудных дел» впервые обосновали связь пылевого воздействия с патологией системы дыхания [1, 9, 25].

Все этапы добычи руды в шахте сопровождаются интенсивным пылеобразованием, при этом процессы по дроблению, взрыванию горной массы являются первичными источниками пыли. Вторичными источниками пыли являются погрузка, транспортировка, выгрузка сырья, при которых имеет место взмётывание пыли. Концентрация пыли при бурении шпуров и скважин на рабочих местах может колебаться от 1,2 до 120 мг/м³ и зависит от крепости пород, типа буровой коронки, давления сжатого воздуха, используемых средств борьбы с пылью [26, 27].

Анализ результатов периодических медицинских осмотров свидетельствует о том, что заболевания органов дыхания (пневмокониоз, пылевой бронхит) являются одними из ведущих форм профессиональной патологии горнорабочих. Чаще других пылевые заболевания выявляются у проходчиков, бурильщиков, взрывников, откатчиков, крепильщиков. Степень развития фиброзных изменений в лёгких зависит от концентрации вдыхаемой пыли, её дисперсного состава, содержания свободной двуокиси кремния, стажа работы. Результаты осмотров рабочих показывают, что на россыпных шахтах Якутии пневмокониоз диагностируется у 3,3% обследованных, профессиональный бронхит — у 13,2%. У рабочих рудника «Молибден» пневмокониоз выявлялся у 19,5% обследованных, а профессиональный бронхит — у 29,9% [27]. По данным Г.С. Шишкина, развитие пылевых заболеваний лёгких у рабочих рудных шахт происходит в основном через 15–20 лет работы [28]. Т.А. Каштановой и соавт. с помощью компьютерной спирографии проведён мониторинг показателей биомеханики дыхания у шахтёров (проходчики, горнорабочие очистных угольных забоев) с донозологическими стадиями хронического пылевого бронхита. Авторы считают, что снижение вентиляционных показателей на 10–20% от исходных величин позволяет выделить группу работников-шахтёров с повышенным риском развития хронического пылевого бронхита, которые подлежат более активному динамическому наблюдению [29].

В работе Л.П. Сениной и соавт. на основании обследования 317 работников угольных шахт с пылевой патологией лёгких установлено, что при наличии у 80% сотрудников признаков дыхательной недостаточности признаки бронхиальной обструкции по спирометрии выявлены у 4–5% из них. Авторы делают вывод, что за счёт преобладания атрофического процесса в дыхательных путях рестриктивные нарушения или преобладали над обструктивными, или были паритетными с ними. Более выраженный обструктивный компонент отмечался при присоединении инфекционной составляющей хронического бронхита [30].

В нашей работе установлено статистически достоверное, но небольшое по выраженности влияние продолжительности стажа подземной работы на показатели бронхиальной обструкции и отсутствие влияния на отношение ОФВ₁/ФЖЕЛ, что согласуется с данными Л.П. Сениной [30]. Более значимым влиянием обладают курение и нарушение жирового обмена. Следует отметить, что даже при учёте перечисленных факторов значительная доля варибельности обструктивных показателей остаётся за рамками приведённых моделей.

Ограничением результатов исследования являлось то, что они характеризуют конкретный комплекс определённых условий труда и образа жизни работников хромовых шахт. Результаты исследования могут быть отнесены к

мужчинам в возрасте 39,9 ± 10,5 года со средним подземным стажем 8,3 ± 7,2 года.

Выводы

1. Возраст, подземный стаж, стаж курения и ОТ оказывают статистически значимое влияние на снижение показателей спирометрии, характеризующих обструктивные нарушения внешнего дыхания.
2. Варибельность обструктивных параметров в многофакторной линейной регрессионной модели имеет достаточно низкую обусловленность изучаемыми факторами (для ОФВ₁ R² = 0,163; для ФЖЕЛ R² = 0,107). Наиболее значимыми факторами, влияющими на снижение данных показателей, являются стаж курения и ОТ. Меньшее, но статистически значимое значение имеют возраст и длительность работы в условиях воздействия пылевого фактора.
3. Небольшая доля влияния на обструктивные показатели стажа подземной работы может быть обусловлена применением современных инженерно-технических систем по устранению вредного влияния факторов производства, а также средств индивидуальной защиты органов дыхания от воздействия пыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Измеров Н.Ф., ред. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
2. Фоменко Д.В., Громов К.Г., Золотова П.В., Михайлова Н.Н. Медико-биологические исследования профессиональной патологии органов дыхания у шахтеров. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2007; (25): 67–70.
3. Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Бондарев О.И., Шавцова Г.М. Системные морфологические изменения, ассоциированные с динамикой развития пневмокониоза. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(4): 68–73.
4. Михайлова Н.Н., Бондарев О.И., Бугаева М.С. Патоморфологические изменения сосудов сердца и легких при пневмокониозе. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(3): 37–41.
5. Захаренков В.В., Панев Н.И., Михайлова Н.Н., Горохова Л.Г., Фоменко Д.В., Бугаева М.С. и др. Медико-биологические исследования развития профессиональной пылевой патологии легких. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2013; (48): 16–21.
6. Савинова Т.А., Башкатов В.А., Горячева С.А., Мишук В.П. Клинико-функциональные особенности заболеваний легких у работников бурогольного производства. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2012; (43): 48–51.
7. Васюков П.А., Бабанов С.А. Клинико-бронхологическая характеристика и оптимизация диагностических мероприятий при профессиональных болезнях легких. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012; 14(5-3): 657–9.
8. Бабанов С.А., Будащ Д.С. Доказательность, профессиональные риски и биологические маркеры при профессиональных заболеваниях легких. *Медицина труда и экология человека*. 2018; (1): 34–43.
9. Бабанов С.А., Будащ Д.С. Профессиональные заболевания лёгких: статистические показатели, оценка рисков и биологические маркеры. *Медицина неотложных состояний*. 2018; (1): 142–50. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.1.88.2018.124982>
10. Бабанов С.А., Будащ Д.С. Оценка и прогнозирование респираторных нарушений при заболеваниях легких, связанных с воздействием фиброгенных аэрозолей. *Медицина неотложных состояний*. 2016; (2): 120–7.
11. Семенихин В.А., Одищева О.В. Динамика показателей спирометрии у шахтеров Кузбасса за пятилетний период по данным периодических медицинских осмотров. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2007; (6): 37–9.
12. Мендякова Е.В., Семенихин В.А., Одищева О.В. Оценка показателей спирометрии при пневмокониозе у работников угледобывающей промышленности Кемеровской области. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2011; (3-1): 57–61.
13. Бачинский О.Н., Бабкина В.И., Иванов В.П., Трубникова Е.В., Полякова Н.В. Хронический бронхит профессиональной этиологии: проблемы и перспективы (обзор литературы). *Медицина труда и промышленная экология*. 2011; (12): 32–8.
14. Жестков А.В., Косарев В.В., Бабанов С.А., Глазистов А.В. Клинико-бронхологическая характеристика профессионального бронхита. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2008; 3(2): 62–5.

15. Babanov S.A., Budash D.S. Состояние гуморального иммунитета при хроническом пылевом бронхите и пневмокопозах от воздействия различных видов фиброгенной пыли. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2016; (3): 23–34. <https://doi.org/10.21685/2072-3032-2016-3-3>
16. Бакиров А.Б., Мингазова С.Р., Каримова Л.К., Серебряков П.В., Мухаммадиева Г.Ф. Клинико-гигиенические аспекты риска развития и прогрессирования пылевой бронхолегочной патологии у работников различных отраслей экономики под воздействием производственных факторов риска. *Анализ риска здоровью*. 2017; (3): 83–91. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.3.10>
17. Васильева О.С., Кравченко Н.Ю. Хроническая обструктивная болезнь легких как профессиональное заболевание: факторы риска и проблема медико-социальной реабилитации больных. *Российский медицинский журнал*. 2015; 21(5): 22–6.
18. Панев Н.И., Филимонов С.Н., Коротенко О.Ю., Панев Р.Н., Евсеева Н.А., Панева Н.Я. Система прогнозирования вероятности развития дыхательной недостаточности при хроническом пылевом бронхите. *Медицина в Кузбассе*. 2017; 16(3): 52–6.
19. Пилипенко Н.О. Клинико-диагностические особенности хронических обструктивных заболеваний легких профессионального генеза. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 2016; 16(1): 332–7.
20. Захаринская О.Н., Терешенко Ю.А., Демко И.В. Этиологическая структура и клиническая характеристика профессиональных бронхитов в Красноярском крае. *Сибирское медицинское обозрение*. 2015; (1): 73–7.
21. Мартынова Н.А., Кислицына В.В. Профессиональная заболеваемость шахтеров (обзор). *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017; (5): 46–52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1115460>
22. Ворошилов Я.С., Фомин А.И. Влияние угольной пыли на профессиональную заболеваемость работников угольной отрасли. *Уголь*. 2019; (4): 20–5. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-20-24>
23. Сувидова Т.А., Михайлуц А.П., Чухров Ю.С. Гигиеническая оценка профессиональной заболеваемости в угольной промышленности Кузбасса. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (7): 33–6. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-292-7-33-36>
24. Михайлуц А.П., Сувидова Т.А. Влияние класса условий труда на стаж работников при возникновении профессиональных заболеваний в Кемеровской области. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2017; 2(1): 59–64.
25. Babanov S.A., Averina O.M. Пылевые заболевания легких: особенности диагностики и лечения. *Фарматека*. 2011; (18): 21–7.
26. Ушаков К.З., Каледина О.Н., Кирич Б.Ф., Сребный М.А., Диколенко Е.А., Ильин А.М. и др. *Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело*. М.: Издательство Московского государственного горного университета; 2002.
27. Измеров Н.Ф., ред. *Российская энциклопедия по медицине труда*. М.: Медицина; 2005.
28. Шишкин Г.С., Устюжанинова Н.В., Красулина Г.П. Изменение внешнего дыхания у здоровых шахтеров в зависимости от стажа работы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2010; (5): 13–9.
29. Каштанова Т.А., Синева Е.Л. Мониторинг показателей биомеханики дыхания у шахтеров-угольщиков. *Медицина труда и промышленная экология*. 2003; (2): 22–5.
30. Сенина Л.П., Разумов В.В., Вилкова Т.А., Дерябина Н.Н., Станкевич Н.Г., Зинченко В.А. и др. О паритетности развития обструктивных и рестриктивных нарушений у шахтеров. *Медицина труда и промышленная экология*. 2011; (12): 17–20.
8. Babanov S.A., Budash D.S. Substantiality, occupational risks and biological markers in occupational pulmonary diseases. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2018; (1): 34–43. (in Russian)
9. Babanov S.A., Budash D.S. Occupational lung diseases: statistical indicators, risk assessment and biological markers. *Meditsina neotlozhnykh sostoyaniy*. 2018; (1): 142–50. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.1.88.2018.124982> (in Russian)
10. Babanov S.A., Budash D.S. Assessment and prognosis of respiratory disorders in lung diseases associated with exposure to fibrogenic aerosols. *Meditsina neotlozhnykh sostoyaniy*. 2016; (2): 120–7. (in Russian)
11. Semenikhin V.A., Odintseva O.V. Dynamics of spirometry values in miners of Kuzbass over a 5-year period according to the data of periodic medical examinations. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2007; (6): 37–9. (in Russian)
12. Mendiaykova E.V., Semenikhin V.A., Odintseva O.V. Spirometry values appreciation in coal-mining industry workers with pneumoconiosis of Kemerovo Region. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2011; (3-1): 57–61. (in Russian)
13. Bachinskiy O.N., Babkina V.I., Ivanov V.P., Trubnikova E.V., Polyakova N.V. Chronic occupational bronchitis: problems and prospects (review of literature). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2011; (12): 32–8. (in Russian)
14. Zhestkov A.V., Kosarev V.V., Babanov S.A., Glazistov A.V. Clinical and bronchological characteristics of professional bronchitis. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova*. 2008; 3(2): 62–5. (in Russian)
15. Babanov S.A., Budash D.S. The state of humoral immunity at chronic dust bronchitis and pneumoconioses, caused by various types fibrogenic dust. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki*. 2016; (3): 23–34. <https://doi.org/10.21685/2072-3032-2016-3-3> (in Russian)
16. Bakirov A.B., Mingazova S.R., Karimova L.K., Serebryakov P.V., Mukhammadiyeva G.F. Risk of dust bronchopulmonary pathology development in workers employed in various economic branches under impacts exerted by occupational risk factors: clinical and hygienic aspects. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (3): 83–91. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.3.10> (in Russian)
17. Vasileva O.S., Kravchenko N.Yu. The chronic obstructive disease of lungs as occupational illness: risk factors and problem of medical social rehabilitation of patients. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2015; 21(5): 22–6. (in Russian)
18. Panev N.I., Filimonov S.N., Korotenko O.Yu., Panev R.N., Evseeva N.A., Paneva N.Ya. System for predicting the probability of developing respiratory failure in chronic mechanic bronchitis. *Meditsina v Kuzbasse*. 2017; 16(3): 52–6. (in Russian)
19. Pilipenko N.O. Clinical and diagnostic features of chronic obstructive pulmonary diseases of occupational genesis. *Aktual'ni problemi suchasnoi meditsini: Visnik ukrains'koi medichnoi stomatologichnoi akademii*. 2016; 16(1): 332–7. (in Russian)
20. Zakharinskaya O.N., Tereshchenko Yu.A., Demko I.V. Etiological structure and clinical characteristics of professional bronchitis in Krasnoyarsk region. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*. 2015; (1): 73–7. (in Russian)
21. Martynova N.A., Kislicyna V.V. The occupational morbidity of the miners (review). *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka*. 2017; (5): 46–52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1115460> (in Russian)
22. Voroshilov Ya.S., Fomin A.I. Impact of coal dust on the professional morbidity of coal industry workers. *Ugol'*. 2019; (4): 20–5. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-20-24> (in Russian)
23. Suvidova T.A., Mikhayluts A.P., Chukhrov Yu.S. Hygienic assessment of occupational diseases in the coal industry of Kuzbass. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (7): 33–6. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-292-7-33-36> (in Russian)
24. Mikhayluts A.P., Suvidova T.A. Influence of harmful working conditions on length of work in workers with occupational diseases in Kemerovo Region. *Fundamental'naya i klinicheskaya meditsina*. 2017; 2(1): 59–64. (in Russian)
25. Babanov S.A., Averina O.M. Dust lung diseases: features of diagnosis and treatment. *Farmateka*. 2011; (18): 21–7. (in Russian)
26. Ushakov K.Z., Kaledina O.N., Kirin B.F., Srebnyy M.A., Dikolenko E.A., Ilin A.M., et al. *Mining Safety and Mine Rescue [Bezopasnost' vedeniya gornykh rabot i gornospasatel'noe delo]*. Moscow; 2002. (in Russian)
27. Izmerov N.F., ed. *Russian Encyclopedia of Occupational Medicine [Rossiyskaya entsiklopediya po meditsine truda]*. Moscow: Meditsina; 2005. (in Russian)
28. Shishkin G.S., Ustyuzhaninova N.V., Krasulina G.P. Changes in respiratory function tests of healthy miners in accordance with length of service. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2010; (5): 13–9. (in Russian)
29. Kashtanova T.A., Sineva E.L. Monitoring of indicators of respiratory biomechanics in coal miners. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2003; (2): 22–5. (in Russian)
30. Senina L.P., Razumov V.V., Vilkova T.A., Deryabina N.N., Stankevich N.G., Zinchenko V.A., et al. On parity in development of obstructive and restrictive changes in miners. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2011; (12): 17–20. (in Russian)

REFERENCES