



Научная статья

К ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗВИТИЯ КОМОРБИДНЫХ НАРУШЕНИЙ РАЗНОГО ПРОФИЛЯ У РАБОТНИКОВ АЛЮМИНИЕВОГО И ОГНЕУПОРНОГО ПРОИЗВОДСТВ

Л.Н. Будкарь¹, В.Б. Гурвич¹, Е.Ю. Мордас¹, Т.Ю. Обухова¹, С.И. Солодушкин²,
О.Г. Шмони́на¹, Е.А. Карпова¹, К.С. Чубикова¹

¹Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Российская Федерация, г. Екатеринбург, 620014, ул. Попова, 30

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Российская Федерация, г. Екатеринбург, 620002, ул. Мира, 19

Современные исследования в области медицины труда показали, что соматическая патология является одним из основных факторов, определяющих неудовлетворительное состояние здоровья работников вредных производств. Соматическая патология также оказывает существенное влияние на сроки возникновения профессиональных заболеваний.

Проведена оценка вероятности развития коморбидных заболеваний у больных профессиональной патологией различной этиологии и выполнен сравнительный анализ профиля этих заболеваний.

*В исследовании использовался ретроспективный метод посредством внесения в базу данных из историй болезни работников алюминиевого и огнеупорного производств. С помощью программы SPSS, версия 23, проанализированы все диагнозы и системные отклонения от нормы, выявленные при клиническом обследовании данных пациентов. Для определения степени соматической тягостности пациентов использовали индекс коморбидности. Оценивались транснозологическая полиморбидность и транссистемная полиморбидность, а также связь полиморбидности с развившейся профессиональной патологией. Гипотеза о нормальности исследованных показателей была проверена путем проведения расчетов с применением критерия Колмогорова – Смирнова, что позволило использовать для анализа параметрические выборочные оценки, *t*-критерий Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ.*

В результате проведенной работы выявлены коморбидные заболевания и состояния, достоверно чаще встречаемые в группе с флюорозом или силикозом.

В условиях воздействия комплекса вредных факторов различных производств формируется разный профиль коморбидной патологии. В условиях алюминиевого производства наблюдается выраженная полисистемность поражений, у рабочих же огнеупорного производства нарушения имеют большую тропность к дыхательной системе. Уровень полиморбидности у рабочих огнеупорного производства значительно ниже, по сравнению с таковым у трудящихся на алюминиевом производстве, что позволяет сделать вывод о более выраженном негативном влиянии комплекса вредных факторов в условиях алюминиевого производства на состояние здоровья рабочих.

Ключевые слова: профессиональная патология, индекс коморбидности, фтористая интоксикация, силикоз, комплекс вредных производственных факторов, транснозологическая полиморбидность, транссистемная полиморбидность, алюминиевое производство, огнеупорное производство.

© Будкарь Л.Н., Гурвич В.Б., Мордас Е.Ю., Обухова Т.Ю., Солодушкин С.И., Шмони́на О.Г., Карпова Е.А., Чубикова К.С., 2024

Будкарь Людмила Николаевна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отделения терапии (e-mail: ludanb@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1154-3329>).

Гурвич Владимир Борисович – доктор медицинских наук, научный руководитель (e-mail: gurvich@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 253-87-54; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-7753>).

Мордас Елизавета Юрьевна – врач-терапевт отделения терапии (e-mail: mordaseyu@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9885-4041>).

Обухова Татьяна Юрьевна – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отделения терапии (e-mail: obuhova@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7913-5586>).

Солодушкин Святослав Игоревич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительной математики и компьютерных наук (e-mail: solodushkin_s@mail.ru; тел.: 8 (912) 605-58-05; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1959-5222>).

Шмони́на Ольга Геннадьевна – заведующий отделением терапии (e-mail: shmonina@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2661-3425>).

Карпова Елена Андреевна – кандидат медицинских наук, заведующий отделом клинико-экспертной работы (e-mail: karповаea@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 371-87-22; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8659-0678>).

Чубикова Ксения Сергеевна – врач-терапевт отделения терапии (e-mail: chubikovaks@ymrc.ru; тел.: 8 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1120-7990>).

За последнюю половину прошлого века достигнута значительная победа в снижении смертности от острых заболеваний, что привлекло внимание к проблеме хронических заболеваний. Хотя как количество смертельных случаев от острых заболеваний постепенно уменьшалось, уровень распространения хронических состояний, которые накапливаются со временем, вырос. В особенности подобная тенденция заметна в мире, где ухудшающаяся окружающая среда делает людей более уязвимыми в долгосрочной перспективе.

В XXI в. системы здравоохранения по всему миру сталкиваются с одной из самых серьезных проблем – повышающимся бременем хронических заболеваний. По данным World Health Report (2002) увеличившаяся продолжительность жизни, «модернизация» образа жизни, сопровождающаяся ростом факторов риска многих хронических заболеваний, и возрастающая возможность сохранения жизни людей, ранее смертельно больных, приводят к изменению структуры заболеваемости, что, в свою очередь, повлияет на системы здравоохранения в разных странах.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признает, что хронические состояния требуют долгосрочного вмешательства на протяжении длительного времени – от нескольких лет до нескольких десятилетий. В данную категорию входят различные заболевания и расстройства, выходящие за рамки стандартного определения «хронического заболевания», такого как ишемическая болезнь сердца (ИБС), сахарный диабет или бронхиальная астма [1].

В условиях пандемии хронических заболеваний широко обсуждаются вопросы связи между различными заболеваниями, что является одним из ключевых направлений научных исследований в различных областях медицины. Термин «коморбидность» описывает наличие у одного пациента двух или более заболеваний, синдромов или психических расстройств, которые связаны друг с другом общим патогенетическим механизмом или совпадают по времени¹.

Формирование коморбидности заболеваний может быть объяснено несколькими типами [2–4]:

1. Причинная коморбидность, которая возникает, когда разные органы и системы поражаются одним и тем же патологическим механизмом.

2. Осложненная коморбидность, которая является результатом основного заболевания и его последствий.

3. Ятрогенная коморбидность, которая проявляется при негативных воздействиях, вызванных медицинскими процедурами, при условии заранее известной опасности этих процедур.

4. Неуточненная коморбидность, которая предполагает наличие общих механизмов развития заболеваний в данной комбинации, но требует проведения дополнительных исследований для подтверждения гипотезы.

5. «Случайная» коморбидность, которая представляет собой случайное сочетание заболеваний, где отсутствует логичное объяснение данной комбинации.

Данной типологии придерживаются многие авторы [5–8].

Существует несколько шкал для оценки коморбидных расстройств, таких как система CIRS (Cumulative Illness Rating), шкала коморбидности CIRS-G (Cumulative Illness Rating Scale for Geriatrics Scale), индекс Kaplan Feinstein, индексы ICED (Index of Co-Existent Disease), GIC (Geriatric Index of Comorbidity), Charlsona, индекс TIBI (Total Illness Burden Index), шкала хронических заболеваний CDS (Chronic Disease Score), система ACG (Adjusted Clinical Groups), индекс FCI (Functional Comorbidity Index) и другие² [3, 9–17]. Эти способы позволяют проводить анализ состояния пациентов, в том числе пожилых, и прогнозировать летальность. Индекс оценки коморбидности играет важную роль в контроле влияния сопутствующих заболеваний на состояние пациентов в долгосрочной перспективе. Каждый из этих индексов имеет свои преимущества и недостатки и применяется в различных клинических ситуациях.

Мы обнаружили лишь несколько статей, где обсуждалась сочетаемость профессиональных и общих заболеваний у работников опасных и вредных предприятий [18–20].

¹ Feinstein A.R. The pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease // J. Chronic Dis. – 1970. – Vol. 23, № 7. – P. 455–468. DOI: 10.1016/0021-9681(70)90054-8

² Kaplan M.H., Feinstein A.R. The importance of classifying initial co-morbidity in evaluating the outcome of diabetes mellitus // J. Chronic Dis. – 1974. – Vol. 27, № 7–8. – P. 387–404. DOI: 10.1016/0021-9681(74)90017-4; Charlson M.E., Sax F.L. The therapeutic efficacy of critical care units from two perspectives: a traditional cohort approach vs a new case-control methodology // J. Chronic Dis. – 1987. – Vol. 40, № 1. – P. 31–39. DOI: 10.1016/0021-9681(87)90094-4; A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation / M.E. Charlson, P. Pompei, K.L. Ales, C.R. MacKenzie // J. Chronic Dis. – 1987. – Vol. 40, № 5. – P. 373–383. DOI: 10.1016/0021-9681(87)90171-8; Deyo R.A., Cherkin D.C., Ciol M.A. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases // J. Clin. Epidemiol. – 1992. – Vol. 45, № 6. – P. 613–619. DOI: 10.1016/0895-4356(92)90133-8; The importance of co-existent disease in the occurrence of postoperative complications and one-year recovery in patients undergoing total hip replacement. Comorbidity and outcomes after hip replacement / S. Greenfield, G. Apolone, B.J. McNeil, P.D. Cleary // Med. Care. – 1993. – Vol. 31, № 2. – P. 141–154. DOI: 10.1097/00005650-199302000-00005; Linn B.S., Linn M.W., Gurel L. Cumulative illness rating scale // J. Am. Geriatr. Soc. – 1968. – Vol. 16, № 5. – P. 622–626. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1968.tb02103.x; Rating chronic medical illness burden in geropsychiatric practice and research: application of the Cumulative Illness Rating Scale / M.D. Miller, C.F. Paradis, P.R. Houck, S. Mazumdar, J.A. Stack, A.H. Rifai, B. Mulsant, C.F. Reynolds 3rd // Psychiatry Res. – 1992. – Vol. 41, № 3. – P. 237–248. DOI: 10.1016/0165-1781(92)90005-n

В данном исследовании мы рассматриваем взаимосвязь общей соматической патологии, вредных производственных факторов и развития профессиональной патологии у работников алюминиевого и огнеупорного производств.

Одним из основных неблагоприятных факторов алюминиевого производства являются неорганические соединения фтора, повышенные концентрации которых определяются в воздухе рабочей зоны. Условия труда рабочих основных профессий (электролизник и анодчик) оцениваются как соответствующие классам 3.3 и 3.4 [21]. В структуре профессиональной патологии преобладает хроническая фтористая интоксикация (профессиональный флюороз).

При различных способах попадания неорганических фторсодержащих соединений в организм их токсичное воздействие обусловлено способностью фтор-иона к резорбции. Фторсодержащие вещества могут вызвать множество нарушений обмена веществ, включая липидный и углеводный, путем подавления активности ферментных систем внутри клеток. Считается, что ион фтора, выступая как полиферментный яд, подавляет активность более 60 ферментов. В клинике профессиональных заболеваний существует такое состояние, как флюороз – хроническое отравление, развивающееся в процессе работы при продолжительном и чрезмерном поступлении фтора и его соединений в организм. Характерным и специфичным признаком флюороза является поражение опорно-двигательного аппарата в виде фтористой остеопатии [22]. Одновременно в патологический процесс могут вовлекаться другие органы и системы (гепатобилиарная, сердечно-сосудистая, вегетативная, нервная, эндокринная, пищеварительная). В большинстве случаев заболевание развивается после десятилетнего трудового стажа (в зависимости от уровня фтористых соединений в воздухе рабочей зоны и их способности растворяться). В настоящее время средний стаж для развития профессионального флюороза составляет 20 лет³. При имеющихся уровнях загрязнения воздуха рабочей зоны соединениями фтора профессиональный флюороз у особо чувствительных лиц может развиваться значительно раньше.

Основными профессиями, связанными с электролитическим производством алюминия, являются электролизники расплавленных солей, анодчики и машинисты электромостовых кранов. Рабочие вспомогательных профессий, такие как электромонтеры и слесари по ремонту оборудования, проводят до 76,3 % рабочей смены вблизи оборудования, расположенного в цехе, и подвергаются тем же факторам профессионального риска, что и работники основных профессий, но с разными уровнями экспозиции.

С.В. Щербаков впервые описал прогноз вероятности развития профессиональной хронической фтористой интоксикации в зависимости от суммарной дозы фтора, полученной в течение всего периода производственного контакта⁴. С помощью методов многофакторного статистического анализа из многих симптомов, описывающих состояние опорно-двигательного аппарата и метаболического обмена, обоснованы показатели для диагностики начальной формы профессионального флюороза. В ходе анализа не были выявлены отдельные клинические признаки ранней формы данного заболевания, поэтому подчеркивается необходимость учета совокупности как рентгенологических, так и клинических параметров, обеспечивающих индивидуальный подход в конкретных случаях.

Проблематика заболеваний органов дыхания является одной из ключевых в современной профпатологической клинике [23]. Поражения легких, вызываемые воздействием промышленных аэрозолей, занимают второе место по распространенности в структуре профессиональных болезней. По современной классификации пневмокониозы относятся к группе интерстициальных заболеваний легких с известной этиологией.

Работники огнеупорного производства подвергаются воздействию комплекса вредных производственных факторов, основными из которых являются аэрозоли, обладающие высокой фиброгенностью. В процессе производства огнеупоров на каждом этапе происходит выделение пыли.

Наиболее пылеопасными в производстве огнеупоров считаются профессии пресовщиков, машинистов мельниц, транспортерщиков, слесарей и других рабочих, связанных с обслуживанием машин и агрегатов помольно-формовочных отделений, труд которых характеризуется высокими пылевыми нагрузками [24]. Динасовые огнеупоры (динасы) – наиболее распространенный вид огнеупорных изделий. Динасовое производство является одним из наиболее силикозоопасных производств, что обуславливает профессиональную заболеваемость пылевой этиологии в современном производстве динасовых изделий. Кроме того, огнеупорное производство сопровождается негативными производственными факторами, включая раздражающие газы, смолистые вещества, неблагоприятный микроклимат и физические нагрузки [25]. Комплекс вредных производственных факторов производства огнеупорных изделий обуславливает повышенный риск развития профессиональных заболеваний бронхов и легких.

Цель исследования – провести оценку вероятности развития коморбидных заболеваний у боль-

³ Хроническая профессиональная интоксикация фтором и его соединениями – флюороз: пособие для врачей / Е.П. Жовтяк, В.А. Одинокая, Т.К. Семеникова, А.Л. Ярина [и др.]. – Екатеринбург, 2003. – 16 с.

⁴ Щербаков С.В. Гигиена труда в производстве и применении неорганических фторидов: дис. ... д-ра мед. наук. – Свердловск, 1989. – 378 с.

ных профессиональной патологией различной этиологии и выполнить сравнительный анализ профиля этих заболеваний

Материалы и методы. Для проведения исследования использовался ретроспективный подход, включающий анализ всех выявленных диагнозов, независимо от их статуса (основной или сопутствующий), у каждого пациента. Степень соматической нагрузки была определена с использованием индекса полиморбидности, где число заболеваний было разделено на количество пациентов [26]. Полиморбидность по нозологиям (количество различных заболеваний) и полиморбидность по системам (количество пораженных систем у каждого пациента) были также оценены [6].

Для проверки гипотезы о нормальности исследованных показателей был использован критерий Колмогорова – Смирнова. В результате применены параметрические выборочные оценки, *t*-критерий Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ. Результаты представлены в виде $M \pm m$, где *m* является ошибкой средней арифметической *M*. Уровень значимости был установлен равным 0,05 ($\alpha = 0,05$ или $p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. Проводился многофакторный анализ историй болезни 192 работников (мужчин), занятых в алюминиевом производстве, в возрасте от 32 до 75 лет (среднее значение – $53,48 \pm 0,57$ г.) со средним «вредным» стажем $22,58 \pm 0,42$ г. (от 7 до 35 лет). Основную группу исследования составляли 93 пациента (48,5 %), у которых был диагноз профессионального флюороза, со средним возрастом $57,85 \pm 0,65$ г. и средним стажем работы в неблагоприятных условиях производства $22,74 \pm 0,65$ г. В группу сравнения вошли 99 рабочих, у которых отсутствовал диагноз профессиональной интоксикации, со средним возрастом $49,35 \pm 0,70$ г., «вредным» стажем – $22,61 \pm 0,56$ г. Анализ показал, что между группами не было статистической разницы в отношении вредного стажа ($p = 0,874$). Однако выяснилось, что пациенты, страдающие профессиональным флюорозом, были значительно старше ($p < 0,001$; Mann – Whitney statistics).

Для проведения множественного анализа изучены медицинские истории 172 работников ОАО «Первоуральский динасовый завод», прошедших обследование в ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. В основную группу были включены пациенты с подтвержденным диагнозом силикоза (75 человек), в качестве группы сравнения были выбраны 97 стажированных работников без профессиональных заболеваний. Обе группы также были сопоставимы по полу (доля мужчин в группах составила соответственно 53 и 68 %, $p = 0,052$) и пылевому стажу ($21,11 \pm 1,03$ и $20,85 \pm 1,05$ г. соответственно, $p = 0,862$). Рабочие из основной группы были старше ($55,84 \pm 0,96$ и $49,72 \pm 0,84$ г. соответственно, $p < 0,001$).

Характеристика наблюдаемых рабочих приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика наблюдаемых рабочих

Параметр	Алюминиевое производство	Огнеупорное производство
Количество работников, абс.	192	172
Средний возраст работников, лет	$53,48 \pm 0,57$	$55,84 \pm 0,96$
Средний стаж работы, лет	$22,58 \pm 0,42$	$21,11 \pm 1,03$

Количество нозологических форм (нозологическая полиморбидность) у одного больного с флюорозом равнялось $6,95 \pm 0,26$, а у одного стажированного рабочего – $5,18 \pm 0,22$ ($p < 0,001$). Количество пораженных систем организма (системная полиморбидность) у одного больного с профессиональной фтористой интоксикацией составило – $5,71 \pm 0,20$, а в случае стажированных рабочих – $3,98 \pm 0,16$ ($p < 0,001$).

Достоверно чаще в группе с флюорозом регистрировались следующие коморбидные заболевания и состояния: ожирение (47 и 31 % соответственно, $p = 0,018$), сахарный диабет 2-го типа (СД 2-го типа) (17 и 4 %, $p = 0,003$), наличие артериальной гипертензии (АГ) (68 и 45 %, $p = 0,001$), развитие сердечной недостаточности (28 и 4 %, $p < 0,001$), наличие мерцательной аритмии (15 и 0 %, $p < 0,001$), атрофического гастрита (65 и 24 %, $p < 0,001$), гиперурикемии (41 и 13 %, $p < 0,001$), наличие жирового гепатоза (48 и 24 %, $p = 0,003$), уровень креатинина сыворотки крови ($84,45 \pm 1,98$ и $76,85 \pm 1,30$ мкмоль/л, $p = 0,002$), наличие хронической болезни почек (73 и 27 %, $p < 0,001$).

Статистически значимо отличались также показатели фтористой нагрузки: частота уровня гидрофторида выше предельно допустимой концентрации (ПДК) (36 и 11 %; $p = 0,002$), частота уровня гидрофторида выше двух ПДК (90 и 60 %, $p < 0,001$), что, вероятно, определило развитие профессиональной фтористой интоксикации у рабочих основной группы.

В группе стажированных рабочих не регистрировались случаи мерцательной аритмии, но у них достоверно чаще наблюдалось развитие пневмокониозов, которые не регистрировались в группе рабочих с флюорозом (7 и 0 % соответственно, $p = 0,007$).

Рентгенологические изменения, соответствующие первой стадии флюороза, регистрировались у 39 % рабочих, имеющих флюороз ($p = 0,002$), а данные, соответствующие второй стадии флюороза, – значимо чаще у рабочих с флюорозом (75 и 36 %, $p < 0,001$). Рентгенологическая картина, характерная для третьей стадии флюороза, наблюдалась только у 4 рабочих, имеющих профессиональную фтористую интоксикацию (4,3 %).

У одного пациента, страдающего силикозом, было обнаружено в среднем $4,27 \pm 0,22$ нозологической формы, в то время как у стажированного рабочего данное число составило $2,39 \pm 0,17$ ($p < 0,001$). Что касается системной полиморбидности, то у пациентов с пневмокониозом было в среднем $3,76 \pm 0,19$

пораженной системы, а у стажированных рабочих – $2,21 \pm 0,15$ ($p < 0,001$).

Значительно чаще в группе пациентов с диагнозом силикоза наблюдались следующие отклонения в функции дыхательной системы: уменьшение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) – 83,42 % у пациентов с силикозом против 93,34 % у рабочих без профессиональных заболеваний ($p = 0,003$); снижение объема форсированного выдоха за секунду (ОФВ₁) – $2,33 \pm 0,08$ л/с у пациентов с силикозом и $3,77 \pm 0,83$ л/с у работников без профессиональной патологии ($p = 0,89$); снижение относительного ОФВ₁ – $77,8 \pm 2,36$ против $89,84 \pm 1,9$ % соответственно ($p < 0,001$); снижение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) – $3,70 \pm 0,11$ против $2,89 \pm 0,12$ м³ ($p < 0,001$); снижение относительной ФЖЕЛ – $78,39 \pm 2,59$ против $93,35 \pm 2,15$ % ($p < 0,001$).

Также достоверно в группе рабочих с профессиональной патологией наблюдались следующие коморбидные заболевания и нарушения: гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) (48 и 20 % соответственно, $p = 0,003$), сердечная недостаточность (25 и 2 %, $p < 0,001$), аритмия (15 и 1 %, $p = 0,018$).

Достоверно выше была величина среднесменной пылевой нагрузки в группе рабочих с силикозом ($3,19 \pm 0,26$ и $1,87 \pm 0,13$ мг/м³ соответственно, $p < 0,001$), что, вероятно, связано с развитием пневмокониоза в данной группе.

Для оценки вероятности развития полиморбидности при флюорозе и коэффициента полиморбидности (интегральной коморбидности) строилась модель с использованием логистической регрессии и определялись предикторы уравнения регрессии. Для исключения корреляции между предикторами, которые могли негативно отразиться на качестве модели (т.е. идентифицируемости параметров уравнения), применялся метод пошагового отбора переменных – Forward LR.

Полученные коэффициенты уравнения логистической регрессии представлены в табл. 2.

Приведем формулу для уравнения логистической регрессии и дальнейшего расчета вероятности развития полиморбидности у наблюдаемых рабочих:

$$y = -2,053 + 0,199 \cdot \text{ИМТ} + 5,720x_1 - 4,234 \cdot \text{уровень ЛПВП} + 2,665x_2, \quad (1)$$

где $x_1 = 1$ при наличии диагноза флюороз и $x_1 = 0$ при его отсутствии; $x_2 = 1$ при наличии у рабочего нарушений углеводного обмена и $x_2 = 0$ при отсутствии у рабочего таких нарушений.

При этом P – вероятность развития полиморбидности (коэффициента полиморбидности) составит:

$$P = \exp(y) / (1 + \exp(y)). \quad (2)$$

Как видим, в формулу для оценки вероятности развития полиморбидности входят факторы: ИМТ, уровень ЛПВП крови, наличие диагноза флюороза, а также нарушений углеводного обмена. Построенная модель в соответствии с классифика-

ционной таблицей имеет высокую общую предсказательную способность (86,7 %). При этом в случае предсказания искомого исхода модель имеет высокую специфичность (90,4 %) и высокую чувствительность (80,6 %).

Таблица 2

Коэффициенты уравнения логистической регрессии при прогнозировании развития полиморбидности (коэффициента полиморбидности)

Предиктор	B	SE	Sig.	exp (B), отношение шансов
ИМТ	0,199	0,084	0,017	1,221
Флюороз	5,720	1,622	0,000	305,032
ЛПВП	-4,234	1,410	0,003	0,014
НУО	2,665	1,008	0,008	14,363
Constant	-2,053	2,807	0,465	0,128

Примечание: B – коэффициент в уравнении логистической регрессии при соответствующем предикторе; SE – стандартная ошибка среднего; Sig. – значимость коэффициента B; exp (B) – отношение шансов при изменении предиктора (фактора) на одну единицу; ИМТ – индекс массы тела; ЛПВП – липопротеиды высокой плотности; НУО – нарушения углеводного обмена.

По результатам оценки коморбидности у рабочих вредных производств наиболее широкое распространение коморбидных заболеваний и состояний зарегистрировано для трудящихся на алюминиевом производстве. Так, максимальная нозологическая коморбидность составила 6,95, то есть практически более 7 коморбидных заболеваний определялись у пациентов с флюорозом. Это такие заболевания и состояния: АГ, СД 2-го типа, ожирение, сердечная недостаточность, мерцательная аритмия, атрофический гастрит, жировой гепатоз, отклонение от нормальных значений уровня креатинина сыворотки крови, хроническая болезнь почек. То есть из перечисленных 9 нозологических форм или состояний 5 (55,5 %) являются нарушениями, связанными с сердечно-сосудистой патологией, 2 нозологии – это гастроэнтерологические заболевания и 2 – заболевания выделительной системы. Системная полиморбидность у рабочих с флюорозом составила $5,18 \pm 0,22$. То есть у каждого пациента пораженными являются более 5 систем. Это сердечно-сосудистая система, выделительная система, заболевания печени, почек, а также метаболические нарушения. Столь широкий профиль патологических коморбидных заболеваний и пораженных систем связан с тем, что фтор является полиферментным, полисистемным ядом.

В группе сравнения нозологическая полиморбидность у одного стажированного рабочего составила $5,18 \pm 0,22$, что значимо меньше, чем у больных флюорозом ($p < 0,001$). Количество пораженных систем организма (системная полиморбидность) у одного стажированного рабочего было $3,98 \pm 0,16$, что также значимо меньше, чем в группе с флюорозом

($p < 0,001$). Данная закономерность, вероятно, связана с тем, что фтористая нагрузка у рабочих с флюорозом была достоверно выше. Возможно, с этим связано отсутствие в группе сравнения случаев хронической болезни почек и развития мерцательной аритмии, патогенетической основой которых является фиброз и воспаление.

У больных, страдающих силикозом, было обнаружено в среднем $4,27 \pm 0,22$ нозологических формы (то есть различных заболеваний) у одного пациента, в то время как у стажированных рабочих это число составило $2,50 \pm 0,27$ ($p < 0,001$). Что касается системной полиморбидности, у пациентов с пневмокониозом выявлено в среднем $3,53 \pm 0,22$ пораженных системы организма, в то время как у стажированных рабочих это число составило $2,20 \pm 0,22$ ($p < 0,001$). То есть у одного рабочего с силикозом регистрировалось более 4 нозологических форм: АГ, силикоз, нарушение функции внешнего дыхания, ИБС, ожирение, нарушение липидного обмена и др. При сравнении коморбидных нарушений у рабочих огнеупорного производства, не имеющих профессиональной патологии, не регистрировались такие нарушения здоровья, как развитие гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ), недостаточной массы тела, СД 2-го типа, повышенного уровня интерлейкина 8, интерлейкина 4. С другой стороны, в группе рабочих, имеющих силикоз, не наблюдались случаи развития мочекаменной болезни, повышения толщины комплекса интима-медиа и наличия кист почек. У рабочих с профессиональным заболеванием легких (силикозом), по сравнению со стажированными рабочими огнеупорного производства, достоверно чаще регистрировалось снижение таких показателей, как ЖЕЛ ($82,7 \pm 2,9$ и $93,1 \pm 3,9$ %, $p = 0,034$), ОФВ₁ (54 и 29 %, $p = 0,017$), ФЖЕЛ ($76,1 \pm 3,4$ и $90,5 \pm 3,9$ %, $p = 0,07$).

Количество пораженных систем организма (системная полиморбидность) у одного больного с пневмокониозом составило $3,53 \pm 0,22$, а в случае стажированных рабочих – $2,20 \pm 0,22$ ($p < 0,001$). Вероятно, более частое развитие общих заболеваний и пораженных систем в группе рабочих с пневмокониозом (силикозом) связано с превышением среднесменной пылевой нагрузки ($2,40 \pm 0,25$ и $1,72 \pm 0,23$ мг/м³ соответственно, $p = 0,051$).

Нужно сказать, что уровень и нозологической, и системной полиморбидности у рабочих огнеупорного производства значительно ниже, чем в случае алюминиевого производства, что позволяет сделать заключение о менее выраженном негативном влиянии комплекса вредных факторов в условиях огнеупорного производства на состояние здоровья рабочих. В случае нозологической коморбидности в основном это поражение дыхательной, сердечно-сосудистой систем, метаболического статуса. Вероятность развития пневмокониоза зависит от нескольких факторов. Прежде всего, это контакт с пылью на

рабочем месте. Также важны высокая суммарная накопленная экспозиционная доза неорганической пыли и наличие генетической предрасположенности к развитию пылевого фиброза легких. Если уровень пылевой нагрузки, химический состав пыли, ее дисперсность позволяют иметь представление об условиях труда работников различных производств, то уровни нозологической и системной коморбидности дают возможность оценить степень нарушений состояния здоровья, выделить особенности поражения, характерные для различных производств.

Приведем примеры, которые показывают, как использовать модель для расчета вероятности.

Пациент А: ИМТ = 26 кг/м², ЛПВП = 1 ммоль/л, имеет НУО, флюорозом не болеет. Для пациента А согласно формуле (1) имеем:

$$y = 0,199 \cdot 26 - 4,234 \cdot 1 + 2,665 - 2,053 = 1,552.$$

Вероятность развития полиморбидности в соответствии с формулой (2):

$$P = \exp(y) / (1 + \exp(y)) = 0,825, \text{ или } 82,5 \%$$

Пациент Б: ИМТ = 23 кг/м², ЛПВП = 1,2 ммоль/л, не имеет НУО, флюорозом не болеет. Для пациента Б имеем:

$$y = 0,199 \cdot 23 - 4,234 \cdot 1,2 - 2,053 = -2,5568.$$

Вероятность развития полиморбидности:

$$P = \exp(y) / (1 + \exp(y)) = 0,0719, \text{ т.е. } 7,19 \%$$

Выводы:

1. В настоящее время в структуре заболеваемости преобладают хронические, мультифакторные болезни, отличающиеся полиморбидностью и полисистемностью поражений.

2. В условиях воздействия комплекса вредных факторов различных производств формируется разный профиль коморбидной патологии. В условиях алюминиевого производства наблюдается выраженная полисистемность поражений, у рабочих же огнеупорного производства нарушения имеют большую тропность к дыхательной системе.

3. У пациентов с флюорозом наблюдается значительное количество нозологических и системных заболеваний. В среднем на каждого пациента приходится более шести различных нозологических форм и более четырех «заинтересованных» систем организма, что, вероятно, обусловлено свойствами соединений фтора как полиферментного и полисистемного яда.

4. В условиях огнеупорного производства наблюдается менее выраженное негативное влияние комплекса вредных факторов на состояние здоровья рабочих (нозологическая полиморбидность у рабочих с силикозом составила несколько

более четырех нозологических форм, системная – 3,5 системы).

5. Использование таких показателей, как нозологическая и системная полиморбидность, позволяет не только оценить индивидуальную степень нарушения состояния здоровья, но и сравнить особенности поражения для различных производств.

Соблюдение этических стандартов. Обследование пациентов соответствовало этическим стандартам в соот-

ветствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, ЛЭК № 7 от 03.10.2022.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Актуальные вопросы кардиологической патологии у больных сахарным диабетом 2-го типа / В.Е. Дементьев, Р.М. Бицадзе, А.Г. Обрезан, О.Б. Крысюк // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2010. – № 2. – С. 44–49.
2. Multimorbidity and quality of life in primary care: a systematic review / M. Fortin, L. Lapointe, C. Hudon, A. Vanasse, L.A. Ntetu, D. Maltais // Health Qual. Life Outcomes. – 2004. – Vol. 2. – P. 51. DOI: 10.1186/1477-7525-2-51
3. Kraemer H.C. Statistical issues in assessing comorbidity // Stat. Med. – 1995. – Vol. 14, № 8. – P. 721–733. DOI: 10.1002/sim.4780140803
4. van den Akker M., Buntinx F., Knottnerus J.A. Comorbidity or multimorbidity: what's in a name? A review of literature // Eur. J. Gen. Pract. – 1996. – Vol. 2. – P. 65–70. DOI: 10.3109/13814789609162146
5. Воронин С.В., Черкашин Д.В., Бершева И.В. Полиморбидность: определение, классификации, распространенность, методы оценки и практическое значение // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2018. – Т. 20, № 4. – С. 243–249. DOI: 10.17816/brmma12384
6. Нургазизова А.К. Происхождение, развитие и современная трактовка понятий «коморбидность» и «полиморбидность» // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 2. – С. 292–296. DOI: 10.17816/KMJ2084
7. The conceptualization and measurement of comorbidity: A review of the interprofessional discourse / S.H. Meghani, H.G. Buck, V.V. Dickson, M.J. Hammer, E.R. Rabelo-Silva, R. Clark, M.D. Naylor // Nurs. Res. Pract. – 2013. – Vol. 2013. – P. 192782. DOI: 10.1155/2013/192782
8. Коморбидность: от истоков развития до современного понятия. Как оценить и прогнозировать? / А.Л. Вёрткин, М.А. Румянцев, А.С. Скотников, Е.Д. Ларюшкина, И.В. Соколова, М.А. Фельдман, А.С. Русакова, О.Ю. Шевцова [и др.] // Врач скорой помощи. – 2011. – № 7. – С. 4–14.
9. A manual of guidelines to score the modified cumulative illness rating scale and its validation in acute hospitalized elderly patients / F. Salvi, M.D. Miller, A. Grilli, R. Giorgi, A.L. Towers, V. Morichi, L. Spazzafumo, L. Mancinelli [et al.] // J. Am. Geriatr. Soc. – 2008. – Vol. 56, № 10. – P. 1926–1931. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01935.x
10. Geriatric Index of Comorbidity: validation and comparison with other measures of comorbidity / R. Rozzini, G.B. Frisoni, L. Ferrucci, P. Barbisoni, T. Sabatini, P. Ranieri, J.M. Guralnik, M. Trabucchi // Age Ageing. – 2002. – Vol. 31, № 4. – P. 277–285. DOI: 10.1093/ageing/31.4.277
11. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases / M. van den Akker, F. Buntinx, J.F. Metsemakers, S. Roos, J.A. Knottnerus // J. Clin. Epidemiol. – 1998. – Vol. 51, № 5. – P. 367–375. DOI: 10.1016/s0895-4356(97)00306-5
12. Obesity and obesity-related comorbidities in a Canadian First Nation population / S.G. Bruce, N.D. Riediger, J.M. Zacharias, T.K. Young // Prev. Chronic Dis. – 2011. – Vol. 8, № 1. – P. A03.
13. Comorbidity: implications for the importance of primary care in 'case' management / B. Starfield, K.W. Lemke, T. Bernhardt, S.S. Foldes, C.B. Forrest, J.P. Weiner // Ann. Fam. Med. – 2003. – Vol. 1, № 1. – P. 8–14. DOI: 10.1370/afm.1
14. How to measure comorbidity: a critical review of available methods / V. de Groot, H. Beckerman, G.J. Lankhorst, L.M. Bouter // J. Clin. Epidemiol. – 2003. – Vol. 56, № 3. – P. 221–229. DOI: 10.1016/s0895-4356(02)00585-1
15. Causes and consequences of comorbidity: a review / R. Gijsen, N. Hoeymans, F.G. Schellevis, D. Ruwaard, W.A. Satariano, G.A. van den Bos // J. Clin. Epidemiol. – 2001. – Vol. 54, № 7. – P. 661–674. DOI: 10.1016/s0895-4356(00)00363-2
16. The development of a comorbidity index with physical function as the outcome / D.L. Groll, T. To, C. Bombardier, J.G. Wright // J. Clin. Epidemiol. – 2005. – Vol. 58, № 6. – P. 595–602. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2004.10.018
17. Comorbidity, limitations in activities and pain in patients with osteoarthritis of the hip or knee / G.M. van Dijk, C. Veenhof, F. Schellevis, H. Hulsmans, J.P. Bakker, H. Arwert, J.H. Dekker, G.J. Lankhorst, J. Dekker // BMC Musculoskelet. Disord. – 2008. – Vol. 9. – P. 95. DOI: 10.1186/1471-2474-9-95
18. Кузьмина О.Ю. Клинико-эпидемиологические особенности метаболического синдрома у больных профессиональными заболеваниями // Международный эндокринологический журнал. – 2011. – № 4 (36). – С. 154–160.
19. Белялов Ф.И. Лечение внутренних болезней в условиях коморбидности: монография. – 9-е изд. – Иркутск: РИО ИГИУВа, 2013. – 297 с.
20. Третьяков С.В., Шпагина Л.А. Перспективы изучения структурно-функционального состояния сердечно-сосудистой системы у больных вибрационной болезнью в сочетании с артериальной гипертензией // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 12. – С. 30–34.
21. Актуальные вопросы гигиены в алюминиевой промышленности России / О.Ф. Рослый, В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, С.В. Кузьмин, А.А. Федорук, Н.А. Рослая, С.В. Ярушин, Д.В. Кузьмин // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 11. – С. 8–12.

22. Проблемы диагностики начальной формы профессионального флюороза у работников современного производства алюминия / О.Л. Лахман, О.Л. Калинина, Ю.В. Зобнин, С.К. Седов // Байкальский медицинский журнал (Иркутск). – 2013. – Т. 121, № 6. – С. 137–140.

23. Актуальные проблемы пульмонологии в современной профпатологической клинике / Л.А. Шагина, Е.Л. Потеряева, О.С. Котова, И.С. Шпагин, Е.Л. Смирнова // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 9. – С. 11–14.

24. Михайлова Т.В. О состоянии профессиональной заболеваемости в огнеупорной промышленности Донецкой области // Гигиена труда: сб. трудов. – Киев, 2002. – № 33. – С. 20–24.

25. Пневмокозиозы: патогенез и биологическая профилактика: монография / Б.А. Кацнельсон, О.Г. Алексеева, Л.И. Привалова, Е.В. Ползик; под ред. В.Н. Чуканова. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1995. – 324 с.

26. Лазебник Л.Б. Старение и полиморбидность // Консилиум Медикум. – 2005. – Т. 7, № 12. – С. 993–996.

К оценке вероятности развития коморбидных нарушений разного профиля у работников алюминиевого и огнеупорного производств / Л.Н. Будкар, В.Б. Гурвич, Е.Ю. Мордас, Т.Ю. Обухова, С.И. Солодушкин, О.Г. Шмони́на, Е.А. Карпова, К.С. Чубикова // Анализ риска здоровью. – 2024. – № 1. – С. 71–80. DOI: 10.21668/health.risk/2024.1.07

UDC 616-057

DOI: 10.21668/health.risk/2024.1.07.eng



Research article

ANALYSIS OF COMORBIDITIES IN WORKERS OF ALUMINUM AND REFRACTORY INDUSTRIES

**L.N. Budkar¹, V.B. Gurvich¹, E.Yu. Mordas¹, T.Yu. Obukhova¹,
S.I. Solodushkin², O.G. Shmonina¹, E.A. Karpova¹, K.S. Chubikova¹**

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30 Popov St., Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

²Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 19 Mira St., Yekaterinburg, 620002, Russian Federation

Recent findings in occupational medicine have demonstrated that common pathology is one of the main factors determining poor health of workers in hazardous industries. Non-occupational pathology also has a significant effect on timing of occupational disease onset.

© Budkar L.N., Gurvich V.B., Mordas E.Yu., Obukhova T.Yu., Solodushkin S.I., Shmonina O.G., Karpova E.A., Chubikova K.S., 2024

Ludmila N. Budkar – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher of Therapy Department (e-mail: ludanb@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1154-3329>).

Vladimir B. Gurvich – Doctor of Medical Sciences, Director for Research (e-mail: gurvich@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-87-54; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-7753>).

Elizaveta Yu. Mordas – therapist at Therapy Department (e-mail: mordaseyu@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9885-4041>).

Tatiana Yu. Obukhova – Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher of Therapy Department (e-mail: obuhova@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7913-5586>).

Svyatoslav I. Solodushkin – Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Associate Professor at the Department of Computational Mathematics and Computer Science (e-mail: solodushkin_s@mail.ru; tel.: +7 (912) 605-58-05; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1959-5222>).

Olga G. Shmonina – Head of the Therapy Department (e-mail: shmonina@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2661-3425>).

Elena A. Karpova – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department for Clinical and Expert Work (e-mail: karpovaea@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 371-87-22; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8659-0678>).

Kseniya S. Chubikova – therapist at Therapy Department (e-mail: chubikovaks@ymrc.ru; tel.: +7 (343) 253-14-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1120-7990>).

Our objective was to conduct a comparative analysis of comorbidities in patients with different occupational diseases.

The study was conducted retrospectively. We created a database of medical records of aluminum and refractory workers and analyzed all diagnoses and systemic disorders identified during the clinical examination of these patients using SPSS Statistics 23. The comorbidity index was used to determine the degree of somatic burden of the subjects. We assessed transnosological and transsystemic multimorbidity, as well as the relationship between multimorbidity and the diagnosed occupational disease. The hypothesis for normality of the indicators under study was tested by carrying out calculations using the Kolmogorov–Smirnov test, which allowed the use of parametric sample estimates, Student's t-test and one-way analysis of variance for data analysis.

We established comorbidities that were significantly more frequent among the patients suffering from fluorosis or silicosis.

Exposure to occupational hazards in different industries affects the profile of comorbidity. We observed a pronounced polysystemic nature of lesions in aluminum production workers and the predominance of comorbid diseases of the respiratory system in refractory workers. The level of multimorbidity among the workers of the refractory industry was significantly lower than that in the aluminum production, which allows a conclusion on a more pronounced negative impact of a combination of hazards in the latter on workers' health.

Keywords: occupational diseases, comorbidity index, fluoride toxicity, silicosis, work-related hazards, transnosological multimorbidity, transsystemic multimorbidity, aluminum industry, refractory industry.

References

1. Demytyev V.E., Bitsadze R.M., Obrezan A.G., Krysyuk O.B. Topical issues of cardiac pathology in patients with diabetes mellitus of type 2. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*, 2010, no. 2, pp. 44–49 (in Russian).
2. Fortin M., Lapointe L., Hudon C., Vanasse A., Ntutu L.A., Maltais D. Multimorbidity and quality of life in primary care: a systematic review. *Health Qual. Life Outcomes*, 2004, vol. 2, pp. 51. DOI: 10.1186/1477-7525-2-51
3. Kraemer H.C. Statistical issues in assessing comorbidity. *Stat. Med.*, 1995, vol. 14, no. 8, pp. 721–733. DOI: 10.1002/sim.4780140803
4. van den Akker M., Buntinx F., Knottnerus J.A. Comorbidity or multimorbidity: What's in a name? A review of the literature. *Eur J. Gen. Pract.*, 1996, vol. 2, pp. 65–70. DOI: 10.3109/13814789609162146
5. Voronin S.A., Cherkashin D.V., Bersheva I.V. Polymorbidity: definition, classification, prevalence, estimation methods and practical significance. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*, 2018, vol. 20, no. 4, pp. 243–249. DOI: 10.17816/brmma12384 (in Russian).
6. Nurgazizova A.K. The origin, development and current concepts of “comorbidity” and “polymorbidity”. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2014, vol. 95, no. 2, pp. 292–296. DOI: 10.17816/KMJ2084 (in Russian).
7. Meghani S.H., Buck H.G., Dickson V.V., Hammer M.J., Rabelo-Silva E.R., Clark R., Naylor M.D. The conceptualization and measurement of comorbidity: A review of the interprofessional discourse. *Nurs. Res. Pract.*, 2013, vol. 2013, pp. 192782. DOI: 10.1155/2013/192782
8. Vyorkin A.L., Rummyantsev M.A., Skotnikov A.S., Laryushkina E.D., Sokolova I.V., Feldman M.A., Rusakova A.S., Shevtsova O.Yu. [et al.]. Comorbidity: from the start of development up to modern conception. How to estimate and prognosticate? *Vrach skoroi pomoshchi*, 2011, no. 7, pp. 4–14 (in Russian).
9. Salvi F., Miller M.D., Grilli A., Giorgi R., Towers A.L., Morichi V., Spazzafumo L., Mancinelli L. [et al.]. A manual of guidelines to score the modified cumulative illness rating scale and its validation in acute hospitalized elderly patients. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 2008, vol. 56, no. 10, pp. 1926–1931. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01935.x
10. Rozzini R., Frisoni G.B., Ferrucci L., Barbisoni P., Sabatini T., Ranieri P., Guralnik J.M., Trabucchi M. Geriatric Index of Comorbidity: validation and comparison with other measures of comorbidity. *Age Ageing*, 2002, vol. 31, no. 4, pp. 277–285. DOI: 10.1093/ageing/31.4.277
11. van den Akker M., Buntinx F., Metsemakers J.F., Roos S., Knottnerus J.A. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases. *J. Clin. Epidemiol.*, 1998, vol. 51, no. 5, pp. 367–375. DOI: 10.1016/s0895-4356(97)00306-5
12. Bruce S.G., Riediger N.D., Zacharias J.M., Young T.K. Obesity and obesity-related comorbidities in a Canadian First Nation population. *Prev. Chronic Dis.*, 2011, vol. 8, no. 1, pp. A03.
13. Starfield B., Lemke K.W., Bernhardt T., Folds S.S., Forrest C.B., Weiner J.P. Comorbidity: implications for the importance of primary care in ‘case’ management. *Ann. Fam. Med.*, 2003, vol. 1, no. 1, pp. 8–14. DOI: 10.1370/afm.1
14. de Groot V., Beckerman H., Lankhorst G.J., Bouter L.M. How to measure comorbidity: a critical review of available methods. *J. Clin. Epidemiol.*, 2003, vol. 56, no. 3, pp. 221–229. DOI: 10.1016/s0895-4356(02)00585-1
15. Gijzen R., Hoeymans N., Schellevis F.G., Ruwaard D., Satariano W.A., van den Bos G.A. Causes and consequences of comorbidity: a review. *J. Clin. Epidemiol.*, 2001, vol. 54, no. 7, pp. 661–674. DOI: 10.1016/s0895-4356(00)00363-2
16. Groll D.L., To T., Bombardier C., Wright J.G. The development of a comorbidity index with physical function as the outcome. *J. Clin. Epidemiol.*, 2005, vol. 58, no. 6, pp. 595–602. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2004.10.018
17. van Dijk G.M., Veenhof C., Schellevis F., Hulsmans H., Bakker J.P., Arwert H., Dekker J.H., Lankhorst G.J., Dekker J. Comorbidity, limitations in activities and pain in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *BMC Musculoskelet. Disord.*, 2008, vol. 9, pp. 95. DOI: 10.1186/1471-2474-9-95
18. Kuzmina O.Yu. Kliniko-epidemiologicheskoe osobennosti metabolicheskogo sindroma u bol'nykh professional'nymi zabolevaniyami [Clinical and epidemiological characteristics of the metabolic syndrome in occupational disease cases]. *Mezhdunarodnyi endokrinologicheskii zhurnal*, 2011, no. 4 (36), pp. 154–160 (in Russian).
19. Belyalov F.I. Lechenie vnutrennikh boleznei v usloviyakh komorbidnosti [Treatment of internal diseases in conditions of comorbidity], 9th ed. Irkutsk, RIO IGIUVa Publ., 2013, 297 p. (in Russian).

20. Tret'yakov S.V., Shpagina L.A. Prospects of studying structural and functional state of cardiovascular system in vibration disease patients with arterial hypertension. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 12, pp. 30–34 (in Russian).

21. Rosly O.F., Gurvich V.B., Plotko E.G., Kuzmin S.V., Fedoruk A.A., Roslaya N.A., Yarushin S.V., Kuzmin D.V. Emerging issues concerning hygiene in the Russian aluminum industry. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2012, no. 11, pp. 8–12 (in Russian).

22. Lakhman O.L., Kalinina O.L., Zobnin Yu.V., Sedov S.K. The problems in diagnostics of the initial form of the professional fluorosis in the workers of modern aluminium production. *Baikalskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*, 2013, vol. 121, no. 6, pp. 137–140 (in Russian).

23. Shpagina L.A., Poteriaeva E.L., Kotova O.S., Shpagin I.S., Smirnova E.L. Topical problems of pulmonology in contemporary occupational medicine. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2015, no. 9, pp. 11–14 (in Russian).

24. Mikhailova T.V. O sostoyanii professionalnoi zaboлеваemosti v огнеупорной промышленности Donetskoi oblasti [On the state of occupational morbidity in the refractory industry of the Donetsk Region]. *Gigiena truda: sb. trudov*, Kiev, 2002, no. 33, pp. 20–24 (in Russian).

25. Katsnelson B.A., Alekseeva O.G., Privalova L.I., Polzik E.V. Pnevmoniozy: patogenez i biologicheskaya profilaktika [Pneumoconiosis: Pathogenesis and Biological Prevention]. In: V.N. Chukanov ed. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 1995, 324 p. (in Russian).

26. Lazebnik L.B. Starenie i polimorbidnost' [Aging and polymorbidity]. *Consilium Medicum*, 2005, vol. 7, no. 12, pp. 993–996 (in Russian).

Budkar L.N., Gurvich V.B., Mordas E.Yu., Obukhova T.Yu., Solodushkin S.I., Shmonina O.G., Karpova E.A., Chubikova K.S. Analysis of comorbidities in workers of aluminum and refractory industries. Health Risk Analysis, 2024, no. 1, pp. 71–80. DOI: 10.21668/health.risk/2024.1.07.eng

Получена: 16.11.2023

Одобрена: 05.03.2024

Принята к публикации: 14.03.2024