

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-1-39-44>
Original Research Article

© Коллектив авторов, 2023
УДК 614.2



Прогнозирование профессионального флюороза с учетом коморбидных нарушений у работников алюминиевого производства

Л.Н. Будкар¹ ✉, В.Б. Гурвич¹, Т.Ю. Обухова¹, С.И. Солодушкин², М.И. Ильина¹, О.Г. Шмонина¹,
Е.А. Карпова¹, К.С. Чубикова¹, Е.Ю. Мордас¹

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

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

Резюме

Введение. В результате современных исследований в практике медицины труда установлено, что основной вклад в нарушение состояния здоровья работников вредных производств вносит соматическая патология, которая также значимо влияет на сроки развития профессиональных заболеваний.

Цель: Оценить влияние коморбидных расстройств в состоянии здоровья работников алюминиевого производства на вероятность развития профессиональной фтористой интоксикации.

Материалы и методы. В работе приведен спектр существующих международных шкал по оценке коморбидных расстройств и подчеркивается актуальность публикаций, посвященных коморбидности работников опасных и вредных производств. Рассчитывался индекс коморбидности для всех наблюдаемых работников алюминиевого производства. Данные расчетов индексов коморбидности, показатели состояния здоровья, характеристики условий труда наблюдаемых работников внесены в электронную базу данных. В работе представлена методика определения вероятности развития профессиональной патологии с использованием логистической регрессии.

Результаты. Для определения влияния отдельных систем на вероятность развития профессиональной фтористой интоксикации (флюороза) была построена прогностическая модель с использованием логистической регрессии и индексов коморбидности.

Заключение. Для прогнозирования и проведения профилактических мероприятий были определены комбинации индексов коморбидности, в наибольшей степени влияющих на вероятность развития фтористой интоксикации, с использованием логистической регрессии. Для снижения вероятности развития профессиональных заболеваний необходимо лечение коморбидных нарушений у работников вредных производств.

Ключевые слова: индекс коморбидности, математическое моделирование, развитие фтористой интоксикации, логистическая регрессия.

Для цитирования: Будкар Л.Н., Гурвич В.Б., Обухова Т.Ю., Солодушкин С.И., Ильина М.И., Шмонина О.Г., Карпова Е.А., Чубикова К.С., Мордас Е.Ю. Прогнозирование профессионального флюороза с учетом коморбидных нарушений у работников алюминиевого производства // *Здоровье населения и среда обитания*. 2023. Т. 31. № 1. С. 39–44. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-1-39-44>

Prediction of Occupational Fluorosis in Aluminum Production Workers in View of Comorbidities

Ludmila N. Budkar,¹ ✉ Vladimir B. Gurvich,¹ Tatyana Yu. Obukhova,¹ Svyatoslav I. Solodushkin,²
Marina I. Ilyina,¹ Olga G. Shmonina,¹ Elena A. Karpova,¹ Kseniya S. Chubikova,¹ Elizaveta Yu. Mordas¹

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

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

Summary

Introduction: Modern research on occupational medicine has shown that general diseases contribute the most to health deterioration in workers of hazardous industries and significantly affect the timing of the onset of occupational diseases.

Objective: To assess the impact of comorbid disorders on the probability of occupational fluoride toxicity in aluminum production workers.

Materials and methods: The paper describes existing international scales used to assess comorbid disorders and emphasizes the relevance of publications on the comorbidity of workers of hazardous and harmful industries. The comorbidity index was calculated for each of 201 aluminum production workers. Comorbidity index calculations, health indicators, and parameters of working conditions were entered in the electronic database. The article presents a method for determining the probability of occupational disease development using a logistic regression.

Results: A prognostic model was built using a logistic regression and comorbidity indices to determine the influence of human body systems on the probability of developing occupational fluoride poisoning (fluorosis).

Conclusion: Using the logistic regression, we have determined combinations of comorbidity indices having a strongest effect on the probability of fluoride poisoning for prediction and implementation of appropriate preventive measures. To reduce the likelihood of occupational diseases, it is necessary to treat comorbid disorders in workers of harmful industries.

Keywords: comorbidity index, mathematical modeling, fluoride toxicity, logistic regression.

For citation: Budkar LN, Gurvich VB, Obukhova TYu, Solodushkin SI, Ilyina MI, Shmonina OG, Karpova EA, Chubikova KS, Mordas EYu. Prediction of occupational fluorosis in aluminum production workers in view of comorbidities. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;31(1):39–44. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-31-1-39-44>

Введение. Одной из актуальных проблем в современной медицине труда является недостаточно полная разработка мер оценки и управления риском состоянию здоровья работающего населения [1]. Между тем, исследованиями российских профпатологов убедительно показано широкое распространение и несомненное влияние имеющейся у работников соматической патологии на сроки и тяжесть развития различных профессиональных и соматических заболеваний. В

качестве одного из возможных путей решения существующей проблемы авторами [1] предлагается формирование адекватной информационной базы о фактическом состоянии условий труда и здоровья работающих, прогнозирование на основе выявления причинно-следственных связей и дозо-эффектных зависимостей, вероятности развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний на групповом и индивидуальном уровне.

В медицинской литературе широко обсуждаются вопросы коморбидности как одного из научно-исследовательских направлений в разных отраслях медицины. Коморбидность (с латинского. «со» – вместе + «morbus» – болезнь, недуг) – сосуществование у одного пациента двух или более заболеваний, синдромов или психических расстройств, связанных между собой единым патогенетическим механизмом или совпадающих по времени [2]. Наличие коморбидности у пациента является проблемой современной медицины. Интерес к данному вопросу связан с широкой распространенностью коморбидности, увеличением продолжительности жизни населения, его старением, хроническим течением заболеваний, несмотря на расширение диагностических возможностей здравоохранения, сложностью диагностики нарушения здоровья и выбора лечебной тактики. Более чем у 50 % пожилых пациентов встречаются 3 и более хронических заболеваний [3].

По данным М. Fortin [4], распространенность коморбидности составляет до 98 % – у пациентов старшей возрастной группы.

Для оценки коморбидных расстройств существует [5–19] значительное количество международных шкал (Cumulative Illness Rating, Cumulative Illness Rating Scale for Geriatrics Scale, Kaplan Feinstein Index, Index of Co-Existent Disease, Geriatric Index of Comorbidity, Charlson Comorbidity Index, Total Illness Burden Index, Chronic Disease Score, Adjusted Clinical Groups, Functional Comorbidity Index).

Предлагаемые способы позволяют провести анализ состояния пациентов и прогнозировать летальность. Индекс оценки коморбидности необходим для контроля за влиянием сопутствующих заболеваний на состояние пациентов в отдаленный период. Каждый из индексов имеет свои преимущества и недостатки и используется в разных клинических ситуациях.

Ф.И. Беляловым сформулированы тезисы коморбидности, в которых возраст пациента описан как самый первый и важный предиктор коморбидной отягощенности [20].

Самым значимым отличием евроазиатской популяции оказалось гораздо большее влияние полиморбидности на риск летального исхода в сравнении с другими регистрами. Кроме того, в евроазиатской популяции пациентов более выраженным влиянием на увеличение риска летального исхода в сравнении с другими регистрами обладали СД 2 типа, ожирение, АГ, ХБП и возраст старше 60 лет.

Нам встретились единичные публикации, посвященные коморбидности работников опасных и вредных производств [21–23].

Необходимость оценки коморбидности обусловлена задачей выявления ее структуры, определения тяжести состояния, а также возможной коррекции факторов, отягощающих основное заболевание.

Система Cumulative Illness Rating Scale (CIRS) 1968 г., предложенная В.С. Linn [24], дала возможность практическим врачам оценивать количество и тяжесть хронических заболеваний в структуре коморбидного статуса пациентов. По системе CIRS проводится отдельная суммарная оценка состояния каждой из систем органов. Система CIRS оценивает полиморбидность по сумме баллов от 0 до 56 [25].

Недостатками системы является отсутствие учета возраста пациентов, специфики болезней пожилого возраста, злокачественных заболеваний и оценки прогноза [9]. Усовершенствованная система CIRS-G (Cumulative Illness Rating Scale for Geriatrics) стала учитывать возраст пациентов и особенности течения заболеваний у пожилых людей¹

Нарушения здоровья, которые раньше не связывались с качеством окружающей среды, в настоящее время получили научные доказательства тесной ассоциации с воздействием на организм вредных факторов окружающей и производственной среды, что существенно расширило возможности их профилактики. Возможности оценки экспозиций и тестирования воздействия

значительно увеличились за счет исследований и научного обоснования систем биологических маркеров².

Особую актуальность приобретает модернизация медико-профилактической помощи работающему населению, в том числе изучение влияния общесоматической, прежде всего сердечно-сосудистой, заболеваемости, развитие и прогрессирование которой связано или усугубляется влиянием неблагоприятных производственных факторов [26]. При этом особенно важное значение придается внедрению инновационных технологий, связанных с оценкой, прогнозированием и управлением риском для здоровья работающего населения [27–29].

Цель исследования. Оценить влияние коморбидных расстройств в состоянии здоровья работников алюминиевого производства на вероятность развития профессиональной фтористой интоксикации.

Материал и методы. В представленной работе для каждого наблюдаемого работника (201 человек) алюминиевого производства (среднего возраста 53,58±0,55 года и стажа работы 23,0 ± 0,43 года) рассчитывался индекс коморбидности как сумма индексов по всем двенадцати системам в соответствии с системой CIRS и вносился в электронную базу данных наряду с характеристиками условий труда

Кроме того, для учета влияния производственных факторов и дальнейшего анализа в электронную базу данных вносились имеющиеся производственные вредности и результаты функционального обследования.

Для определения влияния отдельных систем на вероятность развития профессиональной фтористой интоксикации (флюороза) была построена прогностическая модель с использованием логистической регрессии и индексов коморбидности по системам. Для оценки вероятности развития флюороза строилась модель логистической регрессии, использующая в качестве предикторов индексы коморбидности. Для исключения корреляции между предикторами, которые могли негативно отразиться на качестве модели, применялся метод пошагового отбора переменных – Forward LR.

Результаты. После внесения данных в программу SPSS (23,0 версия) была построена модель, в которой в качестве предикторов были оставлены индексы, соответствующие семи системам: С возраст, С выделительной системы, С почек, С сосудистой системы, С заболеваний верхнего отдела ЖКТ, С заболеваний опорно-двигательного аппарата, С крови, где С возраст определяется следующим образом: за каждые десять лет жизни после 40 лет добавляется один балл (т. е. 50 лет – 1 балл, 60 лет – 2 балла и т. д.). Остальные индексы коморбидности рассчитывались в соответствии с системой CIRS.

Полученные коэффициенты уравнения логистической регрессии представлены в таблице. 1.

Таким образом, было получено 7 предикторов исхода в виде развития профессионального флюороза у рабочих алюминиевого производства: возраст рабочего (чем старше рабочий, тем выше риск развития профессионального заболевания); чем выше индекс коморбидности для выделительной системы – тем выше риск развития флюороза; чем выше значения индекса коморбидности для заболеваний почек, а также индекса коморбидности заболеваний сосудистой системы, заболеваний верхних отделов желудочно-кишечного тракта, заболеваний опорно-двигательного аппарата и болезней крови – тем выше риск развития профессионального флюороза.

Приведем формулу для расчета вероятности развития хронической фтористой интоксикации у наблюдаемых рабочих с помощью логистической регрессии:

$$y = -10,576 + 1,443 \times \text{С возраст рабочего} + 2,660 \times \text{С выделительной системы} + 2,482 \times \text{С почек} + 1,654 \times \text{С сосудистой}$$

¹ Методы оценки коморбидной патологии. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://med-tutorial.ru/m-lib/b/book/2617267521/10> (дата обращения: 12.01.2023).

² Профессиональные заболевания органов дыхания. Национальное руководство / под редакцией академика РАН Н.Ф. Измерова и академика РАН А.Г. Чучалина. Москва: ГОЭТАР-Медиа, 2015. 792 с.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-1-39-44>
Original Research Article

Таблица 1. Коэффициенты уравнения логистической регрессии при прогнозировании развития хронической фтористой интоксикации с использованием С по системам
Table 1. Logistic regression equation coefficients for predicting the development of chronic fluoride toxicity in view of system-specific comorbidities

Предикторы / Predictors	B	SE	Sig.	Exp (B)
С возраст рабочего, баллы / C, worker's age, score	1,443	0,566	0,011	4,235
С выделительной системы / C, excretory system	2,660	0,821	0,001	14,299
С почек / C, kidney	2,482	0,957	0,010	11,953
С сосудистой системы / C, cardiovascular system	1,654	0,500	0,001	5,227
С верхних отделов ЖКТ / C, upper gastrointestinal tract	3,096	0,914	0,001	22,115
С опорно-двигательного аппарата / C, musculoskeletal system	1,886	0,567	0,001	6,595
С крови / C, blood	2,388	1,272	0,061	10,896
Константа / Constant	-10,576	2,356	0,000	0,000

Примечание: В – коэффициент в уравнении логистической регрессии при соответствующем предикторе; SE – стандартная ошибка среднего; Sig. – значимость коэффициента В; Exp (B) – отношение шансов развития флюороза при изменении предиктора на одну единицу; С – индексы коморбидности.

Notes: B, coefficient in the logistic regression equation with the corresponding predictor; SE, standard error of the mean; Sig., statistical significance of the coefficient B; Exp (B), fluorosis odds ratio following a unit change of the predictor; C, comorbidity indices.

системы + 3,096 × С заболеваний верхнего отдела ЖКТ + 1,886 × С заболеваний опорно-двигательного аппарата + 2,388 × С крови.

При этом вероятность развития хронической фтористой интоксикации составит:

$$P(\text{флюороза}) = \exp(y) / (1 + \exp(y)).$$

Классификационная табл. 2 показывает, что построенная модель имеет высокую общую предсказательную способность (85,6 %). При этом в случае предсказания искомого исхода модель дает высокий процент правильных прогнозов (81,8 %), как и в случае отрицательного исхода (88,3 %).

Меньшее значение для развития профессионального флюороза имели индексы С заболеваний сердца, С эндокринных и метаболических заболеваний, С заболеваний дыхательной системы, С болезней печени.

На следующем этапе была построена комбинированная модель, в которой учитывались клинические и производственные параметры. Интегральный индекс коморбидности (ИИК) рассчитывался как сумма индексов коморбидности всех наблюдаемых рабочих по всем 12 системам и заносился в электронную базу данных для дальнейших расчетов.

Расчет индексов коморбидности по отдельным системам и интегрального индекса коморбидности предполагает организацию медицинского обследования наблюдаемых работников с проведением системного анализа показателей здоровья и формированием электронной базы, включающей все полученные характеристики с возможностью их дальнейшего использования при планировании профилактических мероприятий.

Кроме того, соблюдение гигиенических нормативов не исключает развития нарушений состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью, но фиксация этих данных в электронной базе и использование их при оценке и управлении

рисками здоровью работающих в условиях, не выходящих за рамки общепринятой нормы, повышает достоверность информации и адекватность профилактических мероприятий, выделяя особенности причинно-следственных связей. Возможно, данные группы работников требуют изолированного анализа.

Резюмируя, можно сказать, что наиболее значимое влияние на формирование профессиональной фтористой интоксикации имели интегральный индекс коморбидности, наличие у рабочего фтористой нагрузки.

Обсуждение. Использование математического моделирования при анализе предикторов и сроков развития как соматической, так и профессиональной патологии позволяет провести расчеты и определить риск развития соматических и профессиональных болезней как на групповом (характерный для рабочего места), так и на индивидуальном (для каждого конкретного работника) уровне [30].

Индивидуальный мониторинг достоверной оценки условий труда, изменений в состоянии здоровья с момента трудоустройства позволит определить в том числе и страховые механизмы для работодателей и работающих [1]. Несмотря на разнообразие методов оценки коморбидности, вызывает обеспокоенность отсутствие единого общепринятого способа ее измерения, лишенного недостатков существующих методик. Отсутствие единого инструмента, созданного на основе колоссального международного опыта, а также методологии его использования не дает практикующему врачу возможности объективной оценки коморбидности³.

Выводы

1. Профилактика профессиональных заболеваний должна проводиться с учетом влияния соматической патологии на сроки формирования профессиональных болезней. Необходимо изменение методических подходов к оценке риска развития

Таблица 2. Классификационная таблица
Table 2. Classification table

Наблюдалось / Observed		Предсказывалось / Predicted		
		Развитие интоксикации / Toxicity development		Процент корректности / Percent accuracy
		0	1	
Развитие фтористой интоксикации / Development of fluoride toxicity	0	53	7	88,3
	1	8	36	81,8
Общая предсказательная точность модели / Overall predictive accuracy of the model				85,6

³ Коморбидная патология в клинической практике. Алгоритмы диагностики и лечения. Ассоциация врачей общей практики (семейных врачей) РФ, Национальная медицинская Ассоциация по изучению Сочетанных Заболеваний, Профессиональный фонд содействия развитию медицины "ПРОФМЕДФОРУМ", 2019. <https://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/comorbidru.pdf>

профессиональной патологии с учетом наличия у работников соматических заболеваний.

2. Расчет индекса коморбидности у каждого пациента позволяет определить спектр заболеваний, тяжесть их течения и возможное влияние соматической патологии на вероятность развития профессиональных заболеваний, индивидуальный риск развития нарушений состояния здоровья.

3. В случае использования международных систем оценки коморбидности в наблюдаемой когорте также определяются индексы коморбидности по каждой из систем пациента, а также интегральный индекс коморбидности, что позволяет установить персонализированный уровень состояния здоровья, выделить системы, требующие первоочередной коррекции, и дает возможность проведения мониторинга эффективности профилактических мероприятий у работников вредных производств.

4. Использование методов математического моделирования и построение прогностических моделей с использованием логистической регрессии позволяют определить комбинации индексов коморбидности, в наибольшей степени влияющих на вероятность развития как профессиональной патологии, так и соматических заболеваний, для дальнейшего прогнозирования и проведения профилактических мероприятий у работников наблюдаемого производства как на групповом, так и индивидуальном уровне.

5. Для снижения вероятности развития профессиональных заболеваний необходимо лечение коморбидных нарушений у работников вредных производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Федорук А.А., Гурвич В.Б. Опыт работ по оценке профессионального риска здоровью на ведущих металлургических предприятиях свердловской области // Материалы 16-го Российского Национального Конгресса с международным участием «Профессия и здоровье», Владивосток, 21–24 сентября 2021 года / ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»; НКО Ассоциация врачей и специалистов медицины труда (АМТ). – Владивосток: НКО Ассоциация врачей и специалистов медицины труда, 2021. С. 528–531. doi: 10.31089/978-5-6042929-2-1-2021-1-528-531
- Feinstein AR. The pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease. *J Chronic Dis.* 1970;23(7):455-468. doi: 10.1016/0021-9681(70)90054-8
- Guiding principles for the care of older adults with multimorbidity: an approach for clinicians: American Geriatrics Society Expert Panel on the Care of Older Adults with Multimorbidity. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(10):E1-E25. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04188.x
- Fortin M, Lapointe L, Hudon C, Vanasse A. Multimorbidity is common to family practice: is it commonly researched? *Can Fam Physician.* 2005;51(2):244-245.
- Kaplan MH, Feinstein AR. The importance of classifying initial co-morbidity in evaluating the outcome of diabetes mellitus. *J Chronic Dis.* 1974;27(7-8):387-404. doi: 10.1016/0021-9681(74)90017-4
- Charlson ME, Sax FL. The therapeutic efficacy of critical care units from two perspectives: a traditional cohort approach vs a new case-control methodology. *J Chronic Dis.* 1987;40(1):31-39. doi: 10.1016/0021-9681(87)90094-4
- Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis.* 1987;40(5):373-383. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8
- Miller MD, Towers A. *A Manual of Guidelines for Scoring the Cumulative Illness Rating Scale for Geriatrics (CIRS-G)*. Pittsburgh, Pa: University of Pittsburgh; 1991. Accessed August 24, 2022. https://www.anq.ch/fileadmin/redaktion/deutsch/20121211_CIRS-G_Manual_E.pdf
- Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *J Clin Epidemiol.* 1992;45(6):613-619. doi: 10.1016/0895-4356(92)90133-8
- Rozzini R, Frisoni GB, Ferrucci L, et al. Geriatric index of comorbidity: validation and comparison with other measures of comorbidity. *Age Ageing.* 2002;31(4):277-285. doi: 10.1093/ageing/31.4.277
- van den Akker M, Buntinx F, Metsemakers JF, Roos S, Knottnerus JA. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases. *J Clin Epidemiol.* 1998;51(5):367-375. doi: 10.1016/s0895-4356(97)00306-5
- Kraemer HC. Statistical issues in assessing comorbidity. *Stat Med.* 1995;14(8):721-733. doi: 10.1002/s780140803
- Bruce SG, Riediger ND, Zacharias JM, Young TK. Obesity and obesity-related comorbidities in a Canadian First Nation population. *Prev Chronic Dis.* 2011;8(1):A03.
- Starfield B, Lemke KW, Bernhardt T, Foldes SS, Forrest CB, Weiner JP. Comorbidity: Implications for the importance of primary care in "case" management. *Ann Fam Med.* 2003;1(1):8-14. doi: 10.1370/afm.1
- de Groot V, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. How to measure comorbidity: a critical review of available methods. *J Clin Epidemiol.* 2003;56(3):221-229. doi: 10.1016/s0895-4356(02)00585-1
- Gijsen R, Hoeymans N, Schellevis FG, Ruwaard D, Satariano WA, van den Bos GA. Causes and consequences of comorbidity: a review. *J Clin Epidemiol.* 2001;54(7):661-674. doi: 10.1016/s0895-4356(00)00363-2
- Greenfield S, Apolone G, McNeil BJ, Cleary PD. 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. *Med Care.* 1993;31(2):141-154. doi: 10.1097/00005650-199302000-00005
- Groll DL, To T, Bombardier C, Wright JG. The development of a comorbidity index with physical function as the outcome. *J Clin Epidemiol.* 2005;58(6):595-602. doi: 10.1016/j.jclinepi.2004.10.018
- van Dijk, Veenhof C, Schellevis F, et al. Comorbidity, limitations in activities and pain in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:95. doi: 10.1186/1471-2474-9-95
- Белялов Ф.И. Двенадцать тезисов коморбидности // Клиническая медицина. 2009. Т. 87. № 12. С. 69–71.
- Кузьмина О.Ю. Клинико-эпидемиологические особенности метаболического синдрома у больных профессиональными заболеваниями // Международный эндокринологический журнал. 2011. № 4 (36). С. 154–60.
- Белялов Ф.И. Лечение внутренних болезней в условиях коморбидности. Иркутск: РИО ИГИУВа, 2013. 297 с.
- 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.
- Linn BS, Linn MW, Gurel L. Cumulative illness rating scale. *J Am Geriatr Soc.* 1968;16(5):622-626. doi: 10.1111/j.1532-5415.1968.tb02103.x
- Miller MD, Paradis CF, Houck PR, et al. Rating chronic medical illness burden in geropsychiatric practice and research: application of the Cumulative Illness Rating Scale. *Psychiatry Res.* 1992;41(3):237-248. doi: 10.1016/0165-1781(92)90005-n
- Обухова Т.Ю., Гурвич В.Б., Будкарь Л.Н. и др. Кардиоваскулярная и метаболическая патология, ассоциированная с профессиональным легочным фиброзом, у рабочих пылевых производств // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 1. С. 97–102. doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-1-97-102
- Вертин А.Л., Румянцев М.А., Скотников А.С. Коморбидность в клинической практике. Часть 1 // Архив внутренней медицины. 2011. № 1. С. 16–20.
- Воронин С.В., Черкашин Д.В., Бершева И.В. Полиморбидность: определение, классификации, распространенность, методы оценки и практическое значение // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2018. № 4 (64). С. 243–249.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-1-39-44>
Original Research Article

29. Pfaundler M, Seht L. Über Syntropie von Krankheitszuständen. *Zeitschrift für Kinderheilkunde*. 1921;30:100-120. (In German.)
30. Обухова Т.Ю., Будкарь Л.Н., Гурвич В.Б. и др. Риск развития профессиональных заболеваний на фоне соматической патологии // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 12. С. 1386–1392. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-12-1386-1392

REFERENCES

- Fedoruk AA, Gurchich VB. [Experience in assessing occupational health risks at the leading metallurgical enterprises of the Sverdlovsk Region.] In: *Profession and Health: Proceedings of the 16th Russian National Congress with international participation, Vladivostok, September 21–24, 2021*. Moscow: NKO AMT Publ.; 2021:528-531. (In Russ.) doi: 10.31089/978-5-6042929-2-1-528-531
- Feinstein AR. The pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease. *J Chronic Dis*. 1970;23(7):455-468. doi: 10.1016/0021-9681(70)90054-8
- Guiding principles for the care of older adults with multimorbidity: an approach for clinicians: American Geriatrics Society Expert Panel on the Care of Older Adults with Multimorbidity. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(10):E1-E25. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04188.x
- Fortin M, Lapointe L, Hudon C, Vanasse A. Multimorbidity is common to family practice: is it commonly researched? *Can Fam Physician*. 2005;51(2):244-245.
- Kaplan MH, Feinstein AR. The importance of classifying initial co-morbidity in evaluating the outcome of diabetes mellitus. *J Chronic Dis*. 1974;27(7-8):387-404. doi: 10.1016/0021-9681(74)90017-4
- Charlson ME, Sax FL. The therapeutic efficacy of critical care units from two perspectives: a traditional cohort approach vs a new case-control methodology. *J Chronic Dis*. 1987;40(1):31-39. doi: 10.1016/0021-9681(87)90094-4
- Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40(5):373-383. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8
- Miller MD, Towers A. *A Manual of Guidelines for Scoring the Cumulative Illness Rating Scale for Geriatrics (CIRS-G)*. Pittsburgh, Pa: University of Pittsburgh; 1991. Accessed August 24, 2022. https://www.anq.ch/fileadmin/redaktion/deutsch/20121211_CIRS-G_Manual_E.pdf
- Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *J Clin Epidemiol*. 1992;45(6):613-619. doi: 10.1016/0895-4356(92)90133-8
- Rozzini R, Frisoni GB, Ferrucci L, et al. Geriatric index of comorbidity: validation and comparison with other measures of comorbidity. *Age Ageing*. 2002;31(4):277-285. doi: 10.1093/ageing/31.4.277
- van den Akker M, Buntinx F, Metsemakers JF, Roos S, Knottnerus JA. Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(5):367-375. doi: 10.1016/s0895-4356(97)00306-5
- Kraemer HC. Statistical issues in assessing comorbidity. *Stat Med*. 1995;14(8):721-733. doi: 10.1002/sim.4780140803
- Bruce SG, Riediger ND, Zacharias JM, Young TK. Obesity and obesity-related comorbidities in a Canadian First Nation population. *Prev Chronic Dis*. 2011;8(1):A03.
- Starfield B, Lemke KW, Bernhardt T, Folds SS, Forrest CB, Weiner JP. Comorbidity: implications for the importance of primary care in “case” management. *Ann Fam Med*. 2003;1(1):8-14. doi: 10.1370/afm.1
- de Groot V, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. How to measure comorbidity: a critical review of available methods. *J Clin Epidemiol*. 2003;56(3):221-229. doi: 10.1016/s0895-4356(02)00585-1
- Gijzen R, Hoeymans N, Schellevis FG, Ruwaard D, Satariano WA, van den Bos GA. Causes and consequences of comorbidity: a review. *J Clin Epidemiol*. 2001;54(7):661-674. doi: 10.1016/s0895-4356(00)00363-2
- Greenfield S, Apolone G, McNeil BJ, Cleary PD. 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. *Med Care*. 1993;31(2):141-154. doi: 10.1097/00005650-199302000-00005
- Groll DL, To T, Bombardier C, Wright JG. The development of a comorbidity index with physical function as the outcome. *J Clin Epidemiol*. 2005;58(6):595-602. doi: 10.1016/j.jclinepi.2004.10.018
- van Dijk, Veenhof C, Schellevis F, et al. Comorbidity, limitations in activities and pain in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9:95. doi: 10.1186/1471-2474-9-95
- Belyalov FI. [Twelve theses of comorbidity.] *Klinicheskaya Meditsina*. 2009;87(12):69-71. (In Russ.)
- Kuzmina OYu. [Clinical and epidemiological characteristics of the metabolic syndrome in occupational disease cases.] *Mezhdunarodnyy Endokrinologicheskii Zhurnal*. 2011;(4(36)):154-160. (In Russ.)
- Belyalov FI. [Treatment of Internal Diseases in Case of Comorbidity.] 9th ed. Irkutsk: RIO IGIUV Publ.; 2013. (In Russ.)
- Tret'yakov SV, Shpagina LA. Prospects of studying structural and functional state of cardiovascular system in vibration disease patients with arterial hypertension. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(12):30-34. (In Russ.)
- Linn BS, Linn MW, Gurel L. Cumulative illness rating scale. *J Am Geriatr Soc*. 1968;16(5):622-626. doi: 10.1111/j.1532-5415.1968.tb02103.x
- Miller MD, Paradis CF, Houck PR, et al. Rating chronic medical illness burden in geropsychiatric practice and research: application of the Cumulative Illness Rating Scale. *Psychiatry Res*. 1992;41(3):237-248. doi: 10.1016/0165-1781(92)90005-n
- Obukhova TYu, Gurchich VB, Budkar LN, et al. Cardiovascular and metabolic disorders associated with occupational lung fibrosis in employees exposed to the dust at the workplace. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(1):97-102. (In Russ.) doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-1-97-102
- Vertkin AL, Rumyantsev MA, Skotnikov AS. [Comorbidity in clinical practice. Part 1.] *Arkhiv Vnutrenney Meditsiny*. 2011;(1):16-20. (In Russ.)
- Voronin SV, Cherkashin DV, Bersheva IV. Polymorbidity: definition, classifications, prevalence, estimation methods and practical significance. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii*. 2018;(4(64)):243-249. (In Russ.)
- Pfaundler M, Seht L. Über Syntropie von Krankheitszuständen. *Zeitschrift für Kinderheilkunde*. 1921;30:100-120. (In German.)
- Obukhova TYu, Budkar LN, Gurchich VB, et al. Risk of the occurrence of occupational diseases associated with somatic pathology. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(12):1386-1392. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-12-1386-1392

Сведения об авторах:

✉ Будкарь Людмила Николаевна – д.м.н., профессор, научный руководитель НПО «Клиника терапии и диагностики профзаболеваний» ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора; e-mail: ludanb@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1154-3329>.

Гурвич Владимир Борисович – д.м.н., научный руководитель ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; e-mail: gurchich@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-7753>.

Обухова Татьяна Юрьевна – д.м.н., старший научный сотрудник НПО «Клиника терапии и диагностики профзаболеваний» ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; e-mail: obukhova@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7913-5586>.

Солодушкин Святослав Игоревич – к.физ.-мат.н., доцент кафедры вычислительной математики и компьютерных наук ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»; e-mail: solodushkin_s@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1959-5222>.

Ильина Марина Игоревна – к.м.н., врач-невролог отделения функциональной диагностики ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; e-mail: ilina@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2039-8007>.

Шмонина Ольга Геннадьевна – заведующий НПО «Клиника терапии и диагностики профессиональных заболеваний»; e-mail: shmonina@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2661-3425>.

Карпова Елена Андреевна – к.м.н., заведующий отделом клинично-экспертной работы ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; e-mail: karpovaea@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8659-0678>.

Чубикова Ксения Сергеевна – врач-терапевт НПО «Клиника терапии и диагностики профессиональных заболеваний» ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; e-mail: chubikovaks@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1120-7990>.

Мордас Елизавета Юрьевна – врач-терапевт НПО «Клиника терапии и диагностики профессиональных заболеваний» ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; e-mail: mordaseyu@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9885-4041>.

Информация о вкладе авторов: Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Будкар Л.Н., Гурвич В.Б., сбор и обработка материала: Карпова Е.А., Чубикова К.С., Ильина М.И., Мордас Е.Ю.; анализ и интерпретация результатов: Будкар Л.Н., Солодухин С.И., Обухова Т.Ю., Шмонина О.Г.; подготовка проекта рукописи: Обухова Т.Ю. Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 19.08.22 / Принята к публикации: 09.01.23 / Опубликовано: 31.01.23

Author information:

✉ Ludmila N. **Budkar**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Scientific Director, Clinic for Therapy and Diagnosis of Occupational Diseases, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: ludanb@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1154-3329>.

Vladimir B. **Gurvich**, Dr. Sci. (Med.), Scientific Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: gurvich@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-7753>.

Tatyana Yu. **Obukhova**, Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Clinic for Therapy and Diagnosis of Occupational Diseases, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: obuhova@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7913-5586>.

Svyatoslav I. **Solodushkin**, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof., Department of Computational Mathematics and Computer Science, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin; e-mail: solodushkin_s@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1959-5222>.

Marina I. **Ilyina**, Cand. Sci. (Med.), neurologist, Department of Functional Diagnosis, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: ilina@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2039-8007>.

Olga G. **Shmonina**, Head of the Clinic for Therapy and Diagnosis of Occupational Diseases, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: shmonina@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2661-3425>.

Elena A. **Karpova**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Clinical and Expert Work, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: karpovaea@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8659-0678>.

Kseniya S. **Chubikova**, therapist, Clinic for Therapy and Diagnosis of Occupational Diseases, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: chubikovaks@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1120-7990>.

Elizaveta Yu. **Mordas**, therapist, Clinic for Therapy and Diagnosis of Occupational Diseases, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: mordaseyu@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9885-4041>.

Author contributions: study conception and design: *Budkar L.N., Gurvich V.B.*; data collection: *Karpova E.A., Chubikova K.S., Ilyina M.I., Mordas E.Yu.*; analysis and interpretation of results: *Budkar L.N., Solodushkin S.I., Obukhova T.Yu., Shmonina O.G.*; draft manuscript preparation: *Obukhova T.Yu.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Ethics approval was not required for this study.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest

Received: August 19, 2022 / Accepted: January 9, 2023 / Published: January 31, 2023