

Читать
онлайн
Read
online

Плеханов В.П., Кирьянова М.Н., Маркова О.Л.

Оценка риска для здоровья сварщиков (ретроспективное исследование)

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Значительное разнообразие вредных производственных факторов сварочного процесса, воздействующих на работников, затрудняет оценку риска для здоровья. Актуальной задачей профилактики профессиональных и производственно обусловленных болезней сварщиков является оценка риска для здоровья.

Цель работы — оценка риска для здоровья по данным о заболеваемости сварщиков на современном промышленном предприятии с различной интенсивностью воздействия факторов производственной среды и трудового процесса.

Материалы и методы. Гигиенические исследования факторов производственной среды и оценка риска для здоровья проводились на базе четырёх цехов крупного предприятия в 2007–2016 гг.

Результаты. Установлены приоритетные классы болезней по МКБ-10 сварщиков и слесарей на крупном промышленном предприятии. Расчёт и оценка относительного риска для здоровья выполнены по данным сведений медико-санитарной части предприятия о временной нетрудоспособности работников в зависимости от возраста и стажа работы.

Ограничения исследования. Исследование ограничено ретроспективной оценкой риска на основе данных электронной базы предприятия за десятилетний период, учётом случаев болезни по МКБ-10 у работников двух профессиональных групп, подвергающихся воздействию сварочного аэрозоля в различной степени.

Заключение. Оценка риска для здоровья по нескольким нозологическим формам болезней может быть чувствительным и информативным показателем в условиях различной интенсивности воздействия производственных факторов.

Ключевые слова: сварщик; условия труда; сварочные работы; заболеваемость; относительный риск; отношение шансов

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Плеханов В.П., Кирьянова М.Н., Маркова О.Л. Оценка риска для здоровья сварщиков (ретроспективное исследование). *Гигиена и санитария*. 2023; 102(8): 861–867. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-8-861-867> <https://elibrary.ru/btlkaj>

Для корреспонденции: Плеханов Владимир Павлович, науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: wplekhanov@bk.ru

Участие авторов: Плеханов В.П. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, написание текста; Кирьянова М.Н. — сбор и обработка материалов, написание текста, редактирование; Маркова О.Л. — сбор и обработка материалов, написание текста, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 28.04.2023 / Принята к печати: 07.06.2023 / Опубликована: 09.10.2023

Vladimir P. Plekhanov, Marina N. Kir'yanova, Olga L. Markova

Health risk assessment for welders (retrospective study)

North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation

Introduction. A significant variety of exposure to harmful production factors of the welding process makes it difficult to assess the risk to the health of workers. Health risk assessment is an urgent task for the prevention of occupational and work-related diseases in welders.

Objective. The objective of the work is to assess the health risk based on data on the incidence in welders at a modern industrial enterprise with varying intensity of exposure to factors of the working environment and the labour process.

Materials and methods. Hygienic studies of the factors of the working environment and health risk assessment were carried out on the basis of 4 workshops of a large enterprise in 2007–2016.

Results. Priority classes of diseases according to ICD-10 in welders and locksmiths at a large industrial enterprise have been established. The calculation and assessment of the relative health risk were carried out according to the data of the medical and sanitary part of the enterprise on the temporary disability of employees, depending on age and work experience.

Limitations. The study is limited to a retrospective risk assessment based on data from the electronic database of the enterprise for a 10-year period, taking into account cases of the disease according to ICD-10 in workers of two occupational groups exposed to welding aerosol to varying degrees.

Conclusions. Health risk assessment for several forms of diseases can be a sensitive and informative indicator under conditions of varying intensity of exposure to production factors.

Keywords: welder; working conditions; welding works; morbidity; relative risk; odds ratio

Compliance with ethical standards. This study does not require the conclusion of a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Plekhanov V.P., Kir'yanova M.N., Markova O.L. Health risk assessment for welders (retrospective study). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(8): 861–867. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-8-861-867> <https://elibrary.ru/btlkaj> (In Russ.)

For correspondence: Vladimir P. Plekhanov, researcher, North-West Public Health Research Center; Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: wplekhanov@bk.ru

Information about authors:

Plekhanov V.P., <https://orcid.org/0000-0002-8141-7179> Kir'yanova M.N., <https://orcid.org/0000-0001-9037-0301> Markova O.L., <https://orcid.org/0000-0002-4727-7950>

Contribution: Plekhanov V.P. — the concept and design of the study, statistical processing, writing the text; Kir'yanova M.N., Markova O.L. — collection and processing of material, writing the text, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: April 28, 2023 / Accepted: June 7, 2023 / Published: September 9, 2023

Введение

Процессы сварки, наплавки и резки металлов широко используются во многих областях промышленности: машиностроение, судостроение, строительство, газоснабжение, водоснабжение. Несмотря на прогресс, достигнутый в разработке индивидуальных средств защиты и внедрении современных образцов вентиляционного оборудования, сварщики продолжают подвергаться воздействию комплекса вредных и опасных производственных факторов, способных оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье. К таким факторам на рабочих местах сварщиков относятся твёрдые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля. Среди физических факторов можно выделить интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное), интенсивное тепловое (инфракрасное) излучение свариваемых изделий, электромагнитные поля, ультразвук, шум, статическую нагрузку [1–3].

Центр технической информации NIOSHTIC (Национальный институт безопасности и гигиены труда, США) и базы данных Web of Science свидетельствуют, что сварочный аэрозоль, имеющий в своём составе мелкие и ультрамелкодисперсные (в большинстве случаев не более одного микрометра) частицы, может достигать дистальных отделов дыхательных путей и представляет собой фактор риска респираторных болезней [4–9]. Доза, время воздействия и состав сварочного аэрозоля влияют на повреждение лёгких. Воспаление, подавление защиты лёгких, окислительный стресс наблюдались после воздействия сварочного аэрозоля, выделяющегося как из мягкой, так и из нержавеющей стали [9–11].

Проведённые исследования показывают, что у сварщиков более высокий уровень заболеваемости респираторными инфекциями по сравнению с рабочими других профессий [12]. Подтверждено, что воздействие сварочного аэрозоля увеличивает риск развития рака лёгких независимо от типа свариваемой стали, метода сварки (дуговая или газовая сварка) [13–15]. Выполненный по результатам исследований на базе данных PubMed метаанализ исследований «случай – контроль» и когортных исследований сварки или воздействия сварочного аэрозоля и риска рака лёгких показал, что повышенные риски при сравнении с контрольной группой сохранялись независимо от продолжительности воздействия, географического положения, дизайна исследования, профессиональных условий, метода оценки воздействия и гистологического подтипа [14].

Ряд работ посвящён расчёту и оценке риска рака лёгких у сварщиков с указанием входящих в состав аэрозоля металлов (шестивалентного хрома и никеля) с использованием метода «случай – контроль». Риск повышался с увеличением совокупного воздействия сварочного аэрозоля и продолжительности воздействия Cr (VI) и никеля [11, 13, 15]. При длительном воздействии сварочного аэрозоля, содержащего марганец, у сварщиков наблюдались неврологические проблемы [11, 16].

Сварочная дуга является источником интенсивного потока оптического излучения в ультрафиолетовом диапазоне, в том числе наиболее жёсткого излучения УФ-С, и может быть одной из причин болезней кожи и глаз даже в тех случаях, когда лицо и глаза, шея считаются защищёнными [17–21]. Среди сварщиков наблюдались достоверные различия в частоте ожогов кожи, покраснения, гиперпигментации, зуда, травм глаз и нейросенсорной потери слуха [21].

При анализе условий работы сварщиков отмечают эргономические факторы риска, связанные с нарушениями опорно-двигательного аппарата: многократные стереотипные движения верхних конечностей, перенос груза в ручную, нахождение в неудобной и фиксированной рабочей позе. Проведённые поперечные исследования на выборке из 79 сварщиков показали, что 60,8% имели некоторые скелетно-мышечные симптомы; 48,1% – поражение одного сегмен-

та тела, 10,1% – двух сегментов, а 1,3% – трёх или четырёх сегментов [22]. Профессиональная деятельность сварщиков связана со значительным риском получения травм из-за большого разнообразия рабочих задач, выполняемых в потенциально опасных и часто непредсказуемых рабочих условиях. У сварщиков были отмечены самые высокие показатели травматизма среди других профессий: 13,56 на 100 человеко-лет, 95%-й ДИ (12,74–14,37) [23].

Условия труда сварщиков по химическому фактору определяются главным образом наличием и эффективностью современных устройств и систем вентиляции [24, 25].

С учётом интенсивного воздействия многочисленных вредных производственных факторов определение риска для здоровья сварщиков является актуальной задачей профилактики профессиональных и производственно обусловленных болезней.

Цель работы – оценка риска для здоровья сварщиков по данным гигиенических исследований факторов производственной среды и трудового процесса на рабочих местах.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить приоритетные вредные факторы на рабочих местах сварщиков и слесарей;
- оценить риск для здоровья по наиболее распространённым нозологическим формам болезней среди работников в зависимости от возраста и трудового стажа на предприятии.

Материалы и методы

При выполнении поставленных задач были проведены гигиенические исследования условий и характера труда двух профессиональных групп рабочих крупного предприятия, связанных со сваркой металлических конструкций и продолжительными сварочными работами.

Исследования включали измерения основных вредных производственных факторов: уровней шума, локальной вибрации, ультрафиолетового излучения, показателей тяжести трудового процесса; всего выполнено более 1025 измерений. Для оценки химического фактора проводили лабораторно-инструментальные исследования содержания металлов и газов в составе аэрозольной (ТССА) и газовой (ГССА) составляющей сварочного аэрозоля в зоне дыхания. С целью оценки воздушной среды исследовано 296 проб на содержание химических веществ и аэрозолей на 74 рабочих местах на различных участках четырёх цехов предприятия. Использовали атомно-абсорбционный, фотоионизационный, гравиметрические методы. Отбор проб и исследования проведены в соответствии с утверждёнными методическими документами.

Данные о продолжительности воздействия вредных производственных факторов получены методом хронометражных наблюдений в количестве 24 человеко-смен.

Оценка риска для здоровья выполнена по данным о заболеваемости работников предприятия за 2007–2016 гг. Были сформированы две группы работников. В группу сварщиков (1900 человек) вошли работники, выполняющие сварочные работы не менее 1/3 рабочего времени, в группу слесарей (1676 человек) – работники, выполняющие в основном слесарные операции с использованием ручного инструмента.

Критерием отнесения работников к категории «больной» было наличие у работника за 10 лет наблюдения (2007–2016 гг.) одного и более случая болезни в течение года, остальных относили к категории «здоровый». Оценка риска проводилась отдельно по каждой из трёх наиболее часто встречающихся нозологических форм: расстройство вегетативной (автономной) нервной системы (G90), гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая болезнь сердца с преимущественным поражением сердца) (I11), острые инфекции верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации (J06). Работа по оценке риска проведена ретроспективно с использованием электронной базы предпри-

Таблица 1 / Table 1

Основные вредные производственные факторы на рабочих местах сварщиков и слесарей
The main harmful production factors at the workplaces of welders and locksmiths

Вредные производственные факторы Hazardous occupation factors	ПДК, ПДУ MAC, MAL	Уровни воздействия / Exposure levels	
		сварщики welders	слесари locksmiths
Компоненты сварочного аэрозоля (среднесменная концентрация), мг/м ³ : Components of welding aerosol. (average shift), mg/m ³ :			
твёрдая составляющая сварочного аэрозоля solid component of the welding aerosol	Mn, 0.2	0.08–0.75	0.02–0.06
	Fe ₂ O ₃ , 6.0	1.4–8.6	0.8–1.1
газовая составляющая сварочного аэрозоля gas component of the welding aerosol	NO ₂ , 2.0	< 1–2.5	< 1
	CO, 20	15–43	< 10
Пыль абразивная (среднесменная), мг/м ³ Abrasive dust (medium shift), mg/m ³	Al ₂ O ₃ , 6.0	1.6–2.5	7.1–12.9
Шум (экв.), дБА / Noise (equiv.), dBA	80	82–85	82–90
Вибрация локальная (экв. корр., дБ) / Vibration local (equiv. corr.), dB	126	120–122	122–125
УФ-В + УФ-С, Вт/м ² / UV-B + UV-C, W/m ²	1.0	1.08–8.12	0.5–1.4
Тяжесть трудового процесса / The severity of the labour process	Средняя физическая нагрузка Average physical activity	Тяжёлый труд 1–2-й степени Hard labour 1–2 degrees	Тяжёлый труд 1-й степени Hard labour 1 degree

ятия, включающей порядковый номер субъекта, возраст, пол, профессию, стаж работы на предприятии, случаи (дни) болезни, шифр болезни по МКБ-10 (при наличии). В базе данных отсутствовала индивидуальная конфиденциальная информация о субъектах.

Расчёт показателя относительного риска (ОР) и отношения шансов (ОШ), доверительного интервала (ДИ) был выполнен с помощью программы EpiInfo 7.2.2.6. В качестве показателей воздействия учитывали данные измерений вредных факторов на рабочих местах при выполнении сварочных и слесарных работ. Были сформированы пять возрастных групп (20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69 лет). Оценка влияния стажа работы на предприятии по показателям риска проводилась для четырёх групп (стаж 1–9, 10–19, 20–29, более 30 лет). Для определения достоверности связи «воздействие – болезнь» использовали критерий соответствия хи-квадрат Пирсона (χ^2) и доверительный интервал (ДИ), критерий хи-квадрат с поправкой на правдоподобие. За уровень статистической значимости принимали значение $p \leq 0,05$. Расчёт отношения шансов Мантлелла – Хенцелла, суммарного значения хи-квадрат (χ^2) и p -значения выполнялся для устранения влияния, вызванного переменными, используемыми для стратификации (возраст, стаж работы на предприятии). Также проводился частотный анализ случаев по 374 встречающимся нозологическим формам болезней по МКБ-10.

Результаты

Особенности работы сварщиков изучаемого предприятия заключаются в выполнении одними и теми же лицами различных видов сварки (электродуговой, полуавтоматической, газовой резки металлических конструкций), организации рабочего места (главным образом наличия и эффективности устройств местной вентиляции), использовании вспомогательных операций – зачистки свариваемых поверхностей и сварных швов. Эти особенности обуславливают сочетанное воздействие на сварщика различных вредных веществ и физических факторов.

В обязанности слесарей входят обработка деталей ручным инструментом, зачистка поверхностей с использованием пневматических и электрических машин, периодически – сборочные работы, включающие операции точечной сварки (электроприхватка) и тепловую резку металлов. Слесари также подвергаются воздействию сварочного аэрозоля при одновременной со сварщиками работе с крупногабаритными металлическими конструкциями. Результаты исследований позволили определить перечень наиболее значимых производственных факторов на рабочих местах сварщиков и слесарей. Полученные данные в виде диапазона колебаний вредных производственных факторов в зависимости от организации рабочих мест представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что интенсивность ряда вредных факторов, воздействующих на рабочих, в сравниваемых группах существенно различается. В группе сварщиков среднесменные концентрации основных компонентов твёрдой составляющей сварочного аэрозоля (марганца и диоксида железа) выше, чем в группе слесарей, в 12,5 и 7,8 раза соответственно. Содержание оксида углерода и диоксида азота в зоне дыхания сварщиков выше, чем у слесарей, в 8,6 и 5 раз.

Среднесменные концентрации абразивной пыли на рабочих местах слесарей в 4,4–5,2 раза выше, чем у сварщиков. Характерным для сварочных работ является ультрафиолетовое излучение, уровни которого превышают ПДУ в 1,08–8,12 раза.

Использование в работе механизированных инструментов сопровождается воздействием локальной вибрации. Эквивалентный корректированный уровень локальной вибрации при работе со шлифовальной машинкой за смену в обеих группах не превышал нормируемый – 126 дБ. Различия показателей тяжести трудового процесса обусловлены более длительным пребыванием сварщиков в неудобной, часто вынужденной рабочей позе.

Всего в исследуемых группах за 10 лет наблюдения было зарегистрировано 374 различные нозологические формы болезней (2288 случаев), в том числе в группе сварщиков 212 нозоформ (1199 случаев), в группе слесарей – 265 нозоформ (1089 случаев), при этом 103 нозологические формы из 374 регистрировались в обеих группах. Объединив наиболее часто регистрируемые болезни в группы в соответствии с МКБ-10 (табл. 2), мы выполнили анализ структуры болезней для выявления приоритетных групп с последующей оценкой относительного риска.

Наиболее часто регистрировались у сварщиков и слесарей болезни нервной системы (11,03 и 7,92% соответственно), болезни системы кровообращения (27,07 и 31,22%), болезни органов дыхания (34,25 и 26,06%), болезни костно-мышеч-

Таблица 2 / Table 2

Структура болезней в возрастных группах 20–59 лет
The structure of diseases in the age groups of 20–59 years

Коды болезней по МКБ-10 Disease codes according to ICD-10		Сварщики Welders		Слесари Locksmiths	
		случаи cases	%	случаи cases	%
A00–B99	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни Certain infectious and parasitic diseases	15	1.25	9	0.83
C00–D48	Новообразования / Neoplasms	3	0.25	5	0.46
D50–D89	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism	0	0.00	9	0.83
E00–E90	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ Endocrine, nutritional and metabolic diseases	0	0.00	3	0.28
F00–F99	Психические расстройства и расстройства поведения / Mental and behavioural disorders	1	0.08	3	0.28
G00–G99	Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	132	11.03	86	7.92
H00–H59	Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and adnexa	11	0.92	17	1.57
H60–H95	Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	3	0.25	7	0.64
I00–I99	Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	324	27.07	339	31.22
J00–J99	Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	410	34.25	283	26.06
K00–K93	Болезни органов пищеварения / Diseases of the digestive system	63	5.26	84	7.73
L00–L99	Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	18	1.50	30	2.76
M00–M99	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	133	11.11	103	9.48
N00–N99	Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	7	0.58	14	1.29
S00–T98	Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин Injuries, poisoning and certain other consequences of external causes	57	4.76	58	5.34
V01–Y98	Внешние причины заболеваемости и смертности / External causes of morbidity and mortality	20	1.67	36	3.31

ной системы и соединительной ткани (11,11 и 9,48%). Анализ структуры болезней позволил выбрать для расчёта относительного риска наиболее распространённые в группах болезней нозологические формы, имеющие наиболее тесную этиологическую связь с факторами производственной среды.

Для оценки влияния вредных производственных факторов на здоровье работающих рассчитывались показатели относительного риска (табл. 3–6) по наиболее часто регистрируемым случаям болезней – это расстройства вегетативной (автономной) нервной системы, острые инфекции верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации, гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая болезнь сердца с преимущественным поражением сердца).

В табл. 3, 4 представлены данные по оценке риска расстройства вегетативной (автономной) нервной системы в зависимости от возраста и стажа работы на предприятии.

Следует обратить внимание на статистически значимые и достоверные различия значений относительного риска в следующих возрастных группах: 30–39 лет – ОР = 3,473 при 95%-м ДИ (1,346–8,962) и уровне значимости $\chi^2 = 7,639$, $p = 0,006$; 50–59 лет – ОР = 3,526 при 95%-м ДИ (1,513–8,217) и уровне значимости $\chi^2 = 9,829$, $p = 0,002$; 60–69 лет – ОР = 6,6 при 95%-м ДИ (1,369–31,826) и уровне значимости $\chi^2 = 7,412$, $p = 0,006$. Для всех групп – ОР = 2,132 при 95%-м ДИ (1,454–3,126) и уровне значимости $\chi^2 = 15,845$, $p = 0,000$. Наблюдается тенденция к росту показателя относительного риска в возрастных группах.

Без учёта различий в возрастном составе грубая оценка отношения шансов для групп сварщиков и слесарей равна ОШ = 2,186 при 95%-м ДИ (1,474–3,242), ($\chi^2 = 15,845$; $p = 0,000$). Оценка общего отношения шансов Мантеля – Хенцеля, учитывающего влияние возрастных отличий в

группах, составила: ОШ = 2,275 при 95%-м ДИ (1,532–3,377), ($\chi^2 = 17,053$; $p = 0,000$). На основании выполненных расчётов связь между профессиональной деятельностью и расстройством вегетативной (автономной) нервной системы является сильной и достоверной.

Значение относительного риска для группы до 10 лет составило ОР = 1,761 при 95%-м ДИ (1,14–2,721) и уровне значимости $\chi^2 = 6,157$, $p = 0,006$; для группы 10–19 лет – ОР = 2,982 при 95%-м ДИ (1,107–8,034) и уровне значимости $\chi^2 = 5,246$, $p = 0,022$; для группы более 30 лет – ОР = 9,921 при 95%-м ДИ (1,184–83,112) и уровне значимости $\chi^2 = 6,905$, $p = 0,009$. Для всех групп ОР = 2,132 при 95%-м ДИ (1,454–3,126) и уровне значимости $\chi^2 = 15,121$, $p = 0,000$.

Без учёта различий в стаже работы на предприятии грубая оценка отношения шансов для групп сварщиков и слесарей равна ОШ = 2,186 при 95%-м ДИ (1,474–3,242), ($\chi^2 = 15,845$; $p = 0,000$). Оценка общего отношения шансов Мантеля – Хенцеля, учитывающего влияние стажа работы на предприятии, в группах составила: ОШ = 2,228 при 95%-м ДИ (1,505–3,298), ($\chi^2 = 16,346$; $p = 0,000$). Установлена сильная и достоверная связь между длительностью профессиональной деятельности (стаж работы) и расстройством вегетативной (автономной) нервной системы.

В табл. 5, 6 представлены данные по оценке риска острых инфекций верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации в зависимости от возраста и стажа работы на предприятии.

Максимальное значение относительного риска отмечено в группе 50–59 лет: ОР = 2,192 при 95% ДИ (1,216–3,952) при уровне значимости $\chi^2 = 2,035$, $p = 0,154$; всего по группам – ОР = 1,45 при 95%-м ДИ (1,142–1,84) при уровне значимости $\chi^2 = 9,470$, $p = 0,002$.

Таблица 3 / Table 3

Риск расстройства вегетативной (автономной) нервной системы в группах рабочих в зависимости от возраста
Risk of deterioration of the autonomic nervous system in groups depending on age

Возрастные группы, лет Age groups, years	Сварщики / Welders			Слесари / Locksmiths			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные / patients	всего / total	%	больные / patients	всего / total	%	
20–29	16	746	2.1	14	655	2.1	1.003 (0.494–2.04)
30–39	26	557	4.7	5	372	1.3	3.473 (1.346–8.962)
40–49	20	338	5.9	8	254	3.1	1.879 (0.841–4.196)
50–59	19	194	9.8	7	252	2.8	3.526 (1.513–8.217)
60–69	6	65	9.2	2	143	1.4	6.6 (1.369–31.826)
Всего по группам Total by groups	87	1900	4.6	36	1676	2.1	2.132 (1.454–3.126)

Таблица 4 / Table 4

Риск расстройства вегетативной (автономной) нервной системы в группах рабочих в зависимости от стажа работы
The risk of the deterioration of the autonomic nervous system in groups depending on the work experience

Стаж работы, лет Work experience, years	Сварщики / Welders			Слесари / Locksmiths			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные / patients	всего / total	%	больные / patients	всего / total	%	
1–9	62	1662	3.7	29	1369	2.1	1.761 (1.14–2.721)
10–19	14	123	11.4	5	131	3.8	2.982 (1.107–8.034)
20–29	6	52	11.5	1	51	2.0	5.885 (0.734–47.172)
Более 30 / Over 30	5	63	7.9	1	125	0.8	9.921 (1.184–83.112)
Всего по группам Total by groups	87	1900	4.6	36	1676	2.1	2.132 (1.454–3.126)

Таблица 5 / Table 5

Риск острых инфекций верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации в группах в зависимости от возраста
Risk of acute upper respiratory infections of multiple and unspecified sites in groups depending on age

Возрастные группы, лет Age groups, years	Сварщики / Welders			Слесари / Locksmiths			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные / patients	всего / total	%	больные / patients	всего / total	%	
20–29	52	746	7.0	33	655	5.0	1.384 (0.906–2.113)
30–39	45	557	8.1	21	372	5.6	1.431 (0.867–2.362)
40–49	37	338	10.9	19	254	7.5	1.463 (0.862–2.483)
50–59	27	194	13.9	16	252	6.3	2.192 (1.216–3.952)
60–69	5	65	7.7	12	143	8.4	0.917 (0.337–2.495)
Всего по группам Total by groups	166	1900	8.7	101	1676	6.0	1.45 (1.142–1.84)

Таблица 6 / Table 6

Риск острых инфекций верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации в группах рабочих в зависимости от стажа работы
The risk of acute upper respiratory infections of multiple and unspecified sites in groups depending on the work experience

Стаж работы, лет Work experience, years	Сварщики / Welders			Слесари / Locksmiths			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные / patients	всего / total	%	больные / patients	всего / total	%	
1–9	132	1662	7.9	77	1369	5.6	1.412 (1.076–1.853)
10–19	19	123	15.4	8	131	6.1	2.529 (1.150–5.565)
20–29	8	52	15.4	6	51	11.8	1.308 (0.488–3.504)
Более 30 / Over 30	7	63	11.1	10	125	8.0	1.389 (0.555–3.475)
Всего по группам Total by groups	166	1900	8.7	101	1676	6.0	1.450 (1.142–1.84)

Таблица 7 / Table 7

Риск заболевания в возрастных группах 20–59 лет при стаже работы на предприятии не менее 10 лет
The risk of disease in the age groups of 20–59 years with at least 10 years of work experience at the enterprise

Заболевание Disease	Сварщики / Welders			Слесари / Locksmiths			ОР (95%-й ДИ) RR (95% CI)
	больные patients	всего total	%	больные patients	всего total	%	
Расстройство вегетативной (автономной) нервной системы Disorders of autonomic nervous system	23	202	11.4	12	265	4.5	2.514 (1.282–4.931)
Гипертензивная болезнь сердца (гипертоническая болезнь сердца с преимущественным поражением сердца) Hypertensive heart disease (Hypertensive heart disease with primary heart involvement)	32	202	15.8	22	265	8.3	1.908 (1.145–3.181)
Острые инфекции верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации Acute upper respiratory infections of multiple and unspecified sites	31	202	15.3	19	265	7.2	2.140 (1.246–3.676)

Без учёта различий в возрастном составе грубая оценка отношения шансов для групп сварщиков и слесарей равна ОШ = 1,493 при 95%-м ДИ (1,155–1,930), $\chi^2 = 9,587$, $p = 0,002$. Оценка общего отношения шансов Мантеля – Хенцеля, учитывающего влияние возрастных отличий в группах, составила: ОШ = 1,535 при 95%-м ДИ (1,184–1,992), $\chi^2 = 10,149$, $p = 0,001$.

На основании полученных данных связь между профессиональной деятельностью и острыми инфекциями верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации можно признать сильной и достоверной.

Значение относительного риска для группы до 10 лет составило ОР = 1,412 при 95%-м ДИ (1,076–1,853) при уровне значимости $\chi^2 = 5,925$, $p = 0,007$; для группы 10–19 лет – ОР = 2,529 при 95%-м ДИ (1,150–5,565) при уровне значимости $\chi^2 = 5,826$, $p = 0,016$. Для всех групп ОР = 1,450 при 95%-м ДИ (1,142–1,84) при уровне значимости $\chi^2 = 9,082$, $p = 0,001$.

Без учёта различий в стаже работы на предприятии грубая оценка отношения шансов для групп сварщиков и слесарей равна ОШ = 1,493 при 95%-м ДИ (1,155–1,93), $\chi^2 = 9,470$, $p = 0,002$. Оценка общего отношения шансов Мантеля – Хенцеля, учитывающего влияние стажа работы на предприятии, в группах составила: ОШ = 1,536 при 95%-м ДИ (1,186–1,989), $\chi^2 = 10,332$, $p = 0,001$. Результаты расчётов позволяют говорить о сильной и достоверной связи между длительностью профессиональной деятельности (стаж работы) и острыми инфекциями верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации.

В табл. 7 представлены результаты расчёта риска наиболее часто регистрируемых болезней сварщиков и слесарей в возрасте от 20 до 59 лет при стаже работы на предприятии не менее 10 лет.

При выбранных ограничениях (возраст от 20 до 59 лет и стаж 10 лет и более) значение относительного риска наиболее часто регистрируемых болезней составило: для расстройств вегетативной (автономной) нервной системы – ОР = 2,514 при 95%-м ДИ (1,282–4,931) при уровне значимости $\chi^2 = 7,730$, $p = 0,005$; для гипертензивной болезни сердца (гипертонической болезни сердца с преимущественным поражением сердца) – ОР = 1,908 при 95%-м ДИ (1,145–3,181) при уровне значимости $\chi^2 = 6,309$, $p = 0,012$; для острых инфекций верхних дыхательных путей множественной и неуточнённой локализации – ОР = 2,140 при 95%-м ДИ (1,246–3,676) при уровне значимости $\chi^2 = 7,946$, $p = 0,005$. Таким образом, выявлена сильная и достоверная связь между профессиональной деятельностью и данными формами болезней.

Данные, полученные в результате более жёсткого отбора при формировании групп (стаж работников на предприятии не менее 10 лет), подтверждают данные табл. 3–6.

Обсуждение

Результаты выполненного ретроспективного исследования показали, что имеющиеся различия между группами не случайны и подтверждают связь между профессиональной деятельностью, возрастом и стажем работы на предприятии. Этиологическая связь «воздействие – болезнь» подтверждается не только количественной оценкой риска воздействия производственных факторов, но и научными данными об этиологии и патогенезе процессов, протекающих в организме человека при воздействии сварочного аэрозоля. Болезни органов дыхания и нервной системы, как правило, являются объектами многочисленных исследований, и доказанность такой связи не вызывает сомнений. Основная сложность состояла в формировании статистической выборки, качественно и количественно репрезентативных групп. Анализ электронной базы данных о временной нетрудоспособности работников предприятия и последующий расчёт ряда показателей (ОР, 95%-й ДИ, χ^2 , p) выполнены для установления статистически достоверной связи между причиной (фактором риска) и следствием (болезнью). Проблема состояла в том, что практически все работники предприятия могут быть подвержены в той или иной степени воздействию сварочного аэрозоля. Правильность формирования двух групп сравнения (сварщики и слесари) подтверждается, во-первых, отсутствием статистически значимых различий в возрастной группе 20–29 лет, а во-вторых, схожей структурой болезней и максимальным числом одинаковых нозологий (39) в возрастной группе 20–29 лет. Определить границу, которая позволила бы разделить работников на группы, было достаточно сложно, особенно при использовании ретроспективной, или исторической, схемы исследования. Исследование выполнялось в условиях ограниченной информации как о заболеваемости работников (архивные данные о болезнях), так и о воздействии факторов производственной среды. Тем не менее даже такие исходные данные позволили нам выявить влияние условий труда на показатели заболеваемости. Довольно часто в исследованиях стаж работы используется в качестве показателя силы воздействия фактора. В данном исследовании информация о профессиональном маршруте отсутствовала, что создало определённые ограничения по расчёту относительного риска, но в целом увеличение требования к отбору (стаж на предприятии не менее 10 лет) позволило преодолеть эти трудности (см. табл. 6).

Структура болезней, изменяясь с возрастом, сохраняет тенденцию к росту относительного риска по всем исследуемым болезням. Учитывая вышесказанное, с высокой долей вероятности различия показателей относительного риска могут быть обусловлены как качественными, так и количественными различиями условий труда сварщиков и слесарей. Это обстоятельство даёт нам основание полагать, что выявленная связь между условиями труда и заболеваемостью имеет этиологический характер.

Заключение

Высокая достоверность выводов о связи «воздействие – болезнь» обусловлена главным образом использованием архивных данных о болезнях и факторах производственной среды. Для контроля и минимизации ошибок, связанных с формированием групп, необходимы чёткое определение критериев отбора, оценка качественных и количественных характеристик репрезентативности вы-

борки и отдельных групп. Изучение структуры болезней и анализ их этиологической связи с факторами производственной среды являются определяющими при оценке риска для здоровья.

Оценка риска по нескольким нозологическим формам болезней может быть чувствительным и информативным показателем при выявлении связи с действием производственных факторов только в тех случаях, когда этиологическая причинно-следственная связь не вызывает сомнений.

Литература

(п.п. 3, 5, 9–23 см. References)

1. Дубейковская Л.С., Зибарев Е.В., Чашин М.В. Сварочной аэрозоль как основной неблагоприятный гигиенический фактор у сварщиков. *Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова*. 2005; 6(1): 87–91. <https://elibrary.ru/nmxggt>
2. Лазаренков А.М. Исследование условий труда работающих в литейных цехах при выполнении сварочных работ. *Литье и металлургия*. 2019; (3): 163–5. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-163-165> <https://elibrary.ru/kilyus>
4. Чашин М.В., Эллингсен Д.Г., Чашин В.П., Кабушка Я.С., Томассен И., Берлингер Б. и др. Оценка экспозиции к соединениям марганца и железа у сварщиков. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНISO*. 2014; (10): 28–31. <https://elibrary.ru/szgfiff>
6. Рогозин Д.В., Булыгин Ю.И., Забара О.Д. Исследование химического состава наплавленного металла порошковой проволоки как фактора, влияющего на санитарно-гигиенические условия труда. *Безопасность технических и природных систем*. 2017; (2): 2–11. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2017-2-2-11> <https://elibrary.ru/ytvhyj>
7. Гришагин В.М. *Сварочный аэрозоль: образование, исследование, локализация, применение*. Томск; 2011.
8. Соколова Л.А., Попова О.Н., Бузинов Р.В., Калинина М.М., Гудков А.Б. Гигиеническая оценка влияния условий труда на заболеваемость с временной утратой трудоспособности работников цеха сборки корпусов металлических судов машиностроительного предприятия. *Экология человека*. 2016; (3): 18–23. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-3-18-23> <https://elibrary.ru/vqgtp>
24. Маркова О.Л., Кирьянова М.Н., Плеханов В.П., Иванова Е.В. Факторы риска для здоровья электрогазосварщиков при использовании различных видов сварки. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(8): 503–10. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-502-510> <https://elibrary.ru/zjytmp>
25. Маркова О.Л., Иванова Е.В. Современные решения улучшения качества воздушной среды на рабочих местах электросварщиков. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; (2): 5–8. <https://elibrary.ru/trlneh>

References

1. Dubeykovskaya L.S., Zibarev E.V., Chashchin M.V. Welding aerosol as a main unfavourable hygienic factor in welders. *Vestnik Sankt-Peterburgskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii im. I.I. Mechnikova*. 2005; 6(1): 87–91. <https://elibrary.ru/nmxggt> (in Russian)
2. Lazarenkov A.M. A study of working conditions in foundries when performing welding operations. *Lit'e i metallurgiya*. 2019; (3): 163–5. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-3-163-165> <https://elibrary.ru/kilyus> (in Russian)
3. Kirichenko K.Y., Agoshkov A.I., Drozd V.A., Gridasov A.V., Kholodov A.S., Kobylakov S.P., et al. Characterization of fume particles generated during arc welding with various covered electrodes. *Sci. Rep.* 2018; 8(1): 17169. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35494-1>
4. Chashchin M.V., Ellingsen D.G., Chashchin V.P., Kabushka Ya.S., Tomassen I., Berlinger B., et al. Exposure assessment of airborne manganese and iron in welders. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2014; (10): 28–31. <https://elibrary.ru/szgfiff> (in Russian)
5. Ellingsen D.G., Dubeykovskaya L.S., Dahl K., Chashchin M.V., Chashchin V.P., Zibarev E., et al. Air exposure assessment and biological monitoring of manganese and other major welding fume components in welders. *J. Environ. Monit.* 2006; 8(10): 1078–86. <https://doi.org/10.1039/B605549D>
6. Rogozin D.V., Bulygin Yu.I., Zabara O.D. Study of chemical composition of flux-coated wire deposited metal innershield NR-207 as a factor influencing sanitary and hygienic working conditions of the welder. *Bezopasnost' tekhnicheskikh i prirodnikh sistem*. 2017; (2): 2–11. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2017-2-2-11> <https://elibrary.ru/ytvhyj> (in Russian)
7. Grishagin V.M. *Welding Aerosol: Generation, Analysis, Localization, Use [Svarochnyy aerazol': obrazovanie, issledovanie, lokalizatsiya, primeneniye]*. Tomsk; 2011. (in Russian)
8. Sokolova L.A., Popova O.N., Buzinov R.V., Kalinina M.M., Gudkov A.B. Hygienic assessment of working conditions impact on morbidity with temporal disability of workers in vessel metal hulls assembly shop of machine building plant. *Ekologiya cheloveka*. 2016; (3): 18–23. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-3-18-23> <https://elibrary.ru/vqgtp> (in Russian)
9. Riccelli M.G., Goldoni M., Poli D., Mozzoni P., Cavallo D., Corradi M. Welding fumes, a risk factor for lung diseases. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17(7): 2552. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072552>
10. Coggon D., Palmer K.T. Are welders more at risk of respiratory infections? *Thorax*. 2016; 71(7): 581–2. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208464>
11. Kazi T.G., Baloch S., Baig J.A., Afridi H.I., Arain M.B. Evaluate the adverse impact of metal oxide on workers of different age groups that engage with gas metal arc welding process: health risk assessment. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2020; 28(7): 8652–61. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11192-2>
12. Marongiu A., Hasan O., Ali A., Bakhs S., George B., Irfan N., et al. Are welders more at risk of respiratory infections? Findings from a cross-sectional survey and analysis of medical records in shipyard workers: the WELSHIP project. *Thorax*. 2016; 71(7): 601–6. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207912>
13. Pesch B., Kendzia B., Pohlabein H., Ahrens W., Wichmann H.E., Siemiatycki J., et al. Exposure to welding fumes, hexavalent chromium, or nickel and risk of lung cancer. *Am. J. Epidemiol.* 2019; 188(11): 1984–93. <https://doi.org/10.1093/aje/kwz187>
14. Honaryar M.K., Lunn R.M., Luce D., Ahrens W., 't Mannetj A., Hansen J., et al. Welding fumes and lung cancer: a meta-analysis of case-control and cohort studies. *Occup. Environ. Med.* 2019; 76(6): 422–31. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-105447>
15. Yang S.Y., Lin J.M., Lin W.Y., Chang C.W. Cancer risk assessment for occupational exposure to chromium and nickel in welding fumes from pipeline construction, pressure container manufacturing, and shipyard building in Taiwan. *J. Occup. Health*. 2018; 60(6): 515–24. <https://doi.org/10.1539/joh.2018-0075-F5>
16. Pesch B., Casjens S., Weiss T., Kendzia B., Arendt M., Eisele L., et al. Occupational exposure to manganese and fine motor skills in elderly men: results from the Heinz Nixdorf Recall Study. *Ann. Work Expo. Health*. 2017; 61(9): 1118–31. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx076>
17. Filon F.L., Buric M., Fluehler C. UV exposure, preventive habits, risk perception, and occupation in NMSC patients: A case-control study in Trieste (NE Italy). *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* 2019; 35(1): 24–30. <https://doi.org/10.1111/phpp.12417>
18. Slagor R.M., La Cour M., Bonde J.P. The risk of cataract in relation to metal arc welding. *Scand. J. Work Environ. Health*. 2016; 42(5): 447–53. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3572>
19. Tenkate T.D. Ocular ultraviolet radiation exposure of welders. *Scand. J. Work Environ. Health*. 2017; 43(3): 287–8. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3630>
20. Atukunda I., Lusobya R.C., Ali S.H., Mukisa J., Oti-Sengeri J., Ateenyi-Agaba C. Prevalence, pattern and factors associated with ocular disorders in small-scale welders in Katwe, Kampala. *BMC Ophthalmol.* 2019; 19(1): 145. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1150-x>
21. Alexander V., Sindhu K.N.C., Zechariah P., Resu A.V., Nair S.R., Kattula D., et al. Occupational safety measures and morbidity among welders in Vellore, Southern India. *Int. J. Occup. Environ. Health*. 2016; 22(4): 300–6. <https://doi.org/10.1080/10773525.2016.1228287>
22. Castro-Castro G.C., Ardila-Pereira L.C., Orozco-Muñoz Y.D.S., Sepulveda-Lazaro E.E., Molina-Castro C.E. Risk factors associated with musculoskeletal disorders in a refrigerator manufacturing company. Observational Study. *Rev. Salud Publica (Bogota)*. 2018; 20(2): 182–8. <https://doi.org/10.15446/rsap.V20n2.57015>
23. Volberg V., Fordyce T., Leonhard M., Mezei G., Vergara X., Krishen L. Injuries among electric power industry workers, 1995–2013. *J. Safety Res.* 2017; 60: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2016.11.001>
24. Markova O.L., Kir'yanova M.N., Plekhanov V.P., Ivanova E.V. Health risk factors among electric and gas welders using different types of welding. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(8): 503–10. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-502-510> <https://elibrary.ru/zjytmp> (in Russian)
25. Markova O.L., Ivanova E.V. Contemporary solutions for better air quality at electric welders workplace. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; (2): 5–8. <https://elibrary.ru/trlneh> (in Russian)