

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА PREVENTIVE MEDICINE

DOI: 10.29413/ABS.2020-5.3.4

Разработка и применение математической модели в прогнозировании инсульта у лиц, подвергающихся воздействию токсико-пылевого фактора на производстве

Яшникова М.В.¹, Потеряева Е.Л.^{1,2}, Доронин Б.М.¹, Максимов В.Н.^{1,3}, Смирнова Е.Л.^{1,3}

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52, Россия); ² ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, Россия); ³ Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики» СО РАН (630089, г. Новосибирск, ул. Б. Богаткова, 175/1, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Яшникова Мария Викторовна, e-mail: yash-maria@mail.ru

Резюме

Обоснование. Проблема изучения развития инсульта у мужчин трудоспособного возраста, работающих в условиях высокого профессионального риска, является актуальной.

Цель исследования. Разработка способа прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора.

Материалы и методы. В исследование были включены 111 мужчин в возрасте от 30 до 65 лет, работавшие в течение 5 и более лет по следующим профессиям: электрогазосварщик, газосварщик, плавильщик. Участники исследования были разделены на две группы: первая группа – 45 мужчин, перенёсших инсульт; вторая группа – 66 мужчин, не имевших в анамнезе данных о перенесённом инсульте. Обследованные обеих групп были сопоставимы по профессиональному составу, возрасту и стажу работы. С помощью метода последовательного включения изучаемых факторов риска развития инсульта (Forward Stepwise) были определены те, которые вносили достоверный вклад в возможное развитие инсульта.

Результаты. На основании многофакторного анализа была выведена формула логистической регрессии, определяющая вероятность возникновения инсульта у больных, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора, в которую были включены следующие факторы: наличие фактора дислипидемии (β -коэффициент = 3,7; $p = 0,001$), наличие у больного диагноза «артериальная гипертензия 3-й степени» (β -коэффициент = 5,6; $p = 0,002$), контроль АД (β -коэффициент = -3,4; $p = 0,005$). У больного определяют значение указанных трёх параметров, подставляют в соответствующую формулу для вычисления значения $p(X)$. Значение $p(X)$, превышающее 0,5, свидетельствует о высоком риске развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора. Чувствительность предлагаемого способа составила 84,4 %, специфичность – 92,4 %.

Заключение. Многофакторная модель является информативной для индивидуального прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора, т. к. отражает степень влияния того или иного фактора на развитие заболевания.

Ключевые слова: инсульт, мужчины, токсико-пылевой фактор, прогнозирование риска развития инсульта, математическая модель

Для цитирования: Яшникова М.В., Потеряева Е.Л., Доронин Б.М., Максимов В.Н., Смирнова Е.Л. Разработка и применение математической модели в прогнозировании инсульта у лиц, подвергающихся воздействию токсико-пылевого фактора на производстве. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(3): 29-35. doi: 10.29413/ABS.2020-5.3.4.

Development and Application of a Mathematical Model in the Prediction of Stroke in People Exposed to Toxic Dust Factors in the Workplace

Yashnikova M.V.^{1,4}, Poteryaeva E.L.^{1,2}, Doronin B.M.¹, Maksimov V.N.^{1,3}, Smirnova E.L.^{1,3}

¹ Novosibirsk State Medical University (Krasnyy prospect 52, Novosibirsk 630091, Russian Federation); ² Novosibirsk Research Institute of Hygiene (Parkhomenko str. 7, Novosibirsk 630108, Russian Federation); ³ Research Institute of Therapy and Preventive Medicine – Branch of the Federal Research Center Institute Cytology and Genetics SB RAS (B. Bogatkova str. 175/1, Novosibirsk 630089, Russian Federation)

Abstract

Background. The problem of studying the development of stroke in men of working age working in conditions of high professional risk is relevant.

Aim of the research. To develop a method for predicting the development of stroke in men working under conditions of exposure to toxic dust factors.

Materials and methods. The study included 111 men aged 30 to 65 years who worked for 5 or more years in the following professions: electric gas welder, gas welder, smelter. The study participants were divided into two groups: the first group – 45 men who had a stroke; the second group – 66 men who did not have stroke history. The subjects of both groups were comparable in terms of occupational structure, age and length of service. Using the method of sequential inclusion of the studied risk factors for stroke development (Forward Stepwise), we determined those that made a significant contribution to the possible development of stroke.

Results. Based on multivariate analysis, a logistic regression formula was derived that determines the likelihood of a stroke in patients working under the influence of the toxic dust factor, which included the following factors: the presence of dyslipidemia factor (β -coefficient = 3.7; $p = 0.001$), the patient's diagnosis is "stage III arterial hypertension" (β -factor = 5.6; $p = 0.002$), blood pressure control (β -factor = -3.4; $p = 0.005$). The patient determines the value of these three parameters, substitutes the appropriate formula for calculating the value of $p(X)$. A value of $p(X)$ in excess of 0.5 indicates a high risk of stroke in men working under conditions of exposure to toxic dust factors. The sensitivity of the proposed method was 84.4 %, specificity – 92.4 %.

Conclusion. The multivariate model is informative for the individual prediction of the development of stroke in men working under the influence of the toxic-dust factor, since it reflects the degree of influence of one or another factor on the development of the disease.

Key words: stroke, men, toxic-dust factor, prediction of risk of stroke development, mathematical model

For citation: Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Doronin B.M., Maksimov V.N., Smirnova E.L. Development and Application of a Mathematical Model in the Prediction of Stroke in People Exposed to Toxic Dust Factors in the Workplace. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(3): 29-35. doi: 10.29413/ABS.2020-5.3.4.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема инсульта, несмотря на достигнутые успехи в области её решения, остаётся актуальной как в Российской Федерации, так и в мире в целом, т. к. является одной из ведущих причин смертности и инвалидизации, что говорит о большой социальной значимости этого заболевания [1]. В трудоспособном возрасте инсульт является причиной сокращения квалифицированных трудовых ресурсов общества [2, 3].

Сохранение здоровья работающего населения Российской Федерации является приоритетным направлением государственной политики в области трудовых отношений, поскольку экономический подъём государства напрямую связан с трудоспособным населением [4].

По данным Росстата, доля трудоспособного населения составляет 60 % популяции, что обуславливает важность задачи снижения уровня сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [5]. По результатам исследований, проводимых за рубежом, известно о существенном снижении смертности от ССЗ в ряде развитых стран, что является следствием профилактических мероприятий, направленных на коррекцию факторов риска [6, 7].

По данным Роспотребнадзора, в структуре хронических профессиональных заболеваний в РФ на первом месте стоит профессиональная патология от воздействия физических факторов, на втором и третьем месте – профессиональные заболевания от воздействия промышленных аэрозолей. Одной из основных профессиональных групп, подвергающихся воздействию промышленных аэрозолей, является группа электрогазосварщиков [4].

Неблагоприятными профессионально-производственными факторами в работе сварщиков являются повышенный уровень концентрации сварочного аэрозоля, показатели производственного шума, локальной вибрации, а также статическая нагрузка костно-мышечной системы верхних конечностей [8]. Основным действующим веществом сварочного аэрозоля является марганец, который обладает нейротропным действием [9, 10].

Существуют данные о токсическом влиянии металлов (преимущественно в виде аэрозолей) на основные метаболические процессы, в том числе в сосудистой системе. Согласно результатам исследований Е.Н. Амосовой, Р. Мацирони, металлы переходной валентности (Fe, Mn и др.) при попадании в организм в виде аэрозолей запускают процессы свободно-радикального окисления, которые оказывают прямое повреждающее действие на мембраны миокардиальных клеток и эндотелия сосудов, вызывая вазоконстрикторный эффект, что приводит к электрической нестабильности миокарда с развитием аритмий, контрактур миофибрилл, угнетением сократительной функции сердца [11, 12].

При контакте с промышленным аэрозолем наиболее ранними являются изменения сосудисто-тромбоцитарного гемостаза [13].

Среди рабочих пылеопасных профессий распространённость хронических неинфекционных заболеваний (в том числе и кардиоваскулярных) значительна – 52,0 %, из них 15,8 % приходится на ранние формы патологии [14].

В этой связи особую значимость приобретает прогнозирование развития сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе и инсульта, у лиц трудоспособного возраста с учётом влияния неблагоприятных профессионально-производственных факторов.

В литературе описаны защищённые патентами способы прогнозирования развития и течения инсульта (база патентных документов ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности»): способ прогнозирования относительного риска развития инфаркта миокарда или инсульта у лиц с артериальной гипертензией (патент ВУ17881) [15]; способ прогнозирования риска развития острого ишемического инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией (патент РФ № 2648532 [16]); способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта с учётом генетических и средовых факторов (патент РФ № 2679635) [17]. В то же время крайне мало исследований, которые определяют способы прогнозирования инсульта у работников с высоким профессиональным риском, в том числе у лиц, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка способа прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 111 мужчин в возрасте от 30 до 65 лет, работавшие в течение 5 и более лет по профессиям: электрогазосварщик, газосварщик, плавильщик. В профессии электрогазосварщика основными вредными факторами являются: токсико-пылевой фактор (сварочный аэрозоль); неблагоприятный микроклимат – охлаждающий и нагревающий; вынужденная рабочая поза. Для профессии плавильщика характерно воздействие комплекса токсических веществ (аэрозоль цветных металлов), неблагоприятный нагревающий микроклимат. Класс условий труда в обеих профессиональных группах – 3.1. При этом ведущим в обеих профессиональных группах был токсико-пылевой фактор.

Все обследованные были разделены на две группы. Первую группу составили 45 мужчин (электрогазосварщик, газосварщик – 77,8 %, плавильщик – 22,2 %), перенёвшие инсульт, госпитализированные в неврологическое отделение ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1» г. Новосибирска и контактировавшие на рабочем месте с токсико-пылевым фактором. Диагноз «инсульт» был поставлен в соответствии с Международной классификацией болезней X пересмотра. Верификация диагноза инсульта проводилась на основании данных комплексного клиничко-функционального и инструментального обследования (мультиспиральная компьютерная томография или магнитно-резонансная томография головного мозга). Средний возраст больных первой группы составил 52,4 года ($m = \pm 2,1$; $\delta = \pm 11,5$). Средний стаж работы в условиях воздействия токсико-пылевого фактора на момент развития инсульта – 30,0 года ($m = \pm 2,1$; $\delta = \pm 11,4$).

Вторую группу обследованных составили 66 мужчин (электрогазосварщик, газосварщик – 77,3 %; плавильщик – 22,7 %), имевших контакт с токсико-пылевым фактором, у которых в анамнезе отсутствовали данные о перенесённом инсульте и проходившие профилактическое лечение в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора. Средний возраст больных второй группы составил 56,2 года ($m = \pm 1,5$; $\delta = \pm 7,3$). Средний стаж работы – 32,9 года ($m = \pm 1,4$; $\delta = \pm 4,8$). Таким образом, исследуемые группы были сопоставимы по возрасту и стажу.

У больных первой и второй групп изучались следующие показатели (факторы): возраст и стаж работы; наличие артериальной гипертензии (АГ) и степень АГ; контроль пациентом своего АД; приём гипотензивных препаратов; наличие в анамнезе ишемической болезни сердца (ИБС), фибрилляции предсердий (ФП); уровень общего холестерина; наличие фактора дислипидемии (ДЛП), сахарного диабета (СД), факторов курения и злоупотребления алкоголем.

В группу больных АГ, согласно рекомендациям ВОЗ и ESH/ESC 2018, были отнесены пациенты, у которых при трёхкратном измерении АД регистрировалось систолическое АД САД) на уровне 140 мм рт. ст. и более,

диастолическое АД (ДАД) – 90 мм рт. ст. и более, а также больные с АГ в анамнезе, принимавшие на момент развития инсульта антигипертензивные препараты [18].

Запись ЭКГ осуществлялась по общепринятой методике на 12-канальном электрокардиографе. Наличие инфаркта миокарда в анамнезе подтверждалось соответствующими медицинскими документами (амбулаторные карты, выписные эпикризы).

Исследование глюкозы производили на момент госпитализации глюкооксидазным фотометрическим методом по конечной точке с помощью специализированного биохимического фотометра типа Микролаб 540 (Россия). Для быстрого измерения уровня гликемии в крови использовался глюкометр «OneTouch» (США). При необходимости исследовали гликемический профиль. Диагноз сахарного диабета (тип, степень тяжести, стадия компенсации), наличие ангиопатий устанавливался при наличии соответствующих клинических и параклинических данных с участием врача-эндокринолога.

Исследование уровня общего холестерина у госпитализированных пациентов проводилось ферментативным методом (путём окисления холестерина холестеролоксидазой), уровней липопротеидов низкой плотности, липопротеидов высокой плотности, триглицеридов – ферментативным колориметрическим прямым методом на биохимическом анализаторе «AU 480» (Bechman Coulter, США). Курящими признавались лица, выкуривающие хотя бы одну сигарету в день, а также бросившие курить менее 1 года назад [19].

Злоупотребление алкоголем устанавливалось в случае систематического его приёма (не реже 1 раза в 7 дней) в объёме не менее 200 г в неделю в переводе на этиловый спирт, несмотря на рецидивирующие отрицательные последствия, а также при наличии сведений из медицинской документации (наблюдение у нарколога, диагноз алкогольной эпилепсии, хронического алкоголизма) [20].

Исследование выполнено в соответствии с «Этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Исследование одобрено локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России (протокол заседания № 65 от 27.05.2014 г.).

Статистический анализ проводился с использованием пакета программ SPSS 11.5. Разработка математической модели прогнозирования развития инсульта у мужчин, чья профессия связана с воздействием токсико-пылевого фактора, состояла из ряда этапов. Для определения статистической значимости различий признаков (факторов) использовали анализ таблиц сопряжённости (критерий χ^2 Пирсона, а также двусторонний точный тест Фишера в случае, если ожидаемое значение хотя бы в одной ячейке таблицы сопряжённости было меньше 5). Для построения прогностической модели и выделения значимых показателей, вносящих статистически значимый вклад в развитие инсульта у больных, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора, использовали бинарную логистическую регрессию. Вычисляли относительный риск (ОР) развития инсульта и его 95% доверительный интервал (ДИ).

Таблица 1

Показатели, используемые в прогностической регрессионной модели риска развития инсульта у мужчин, подвергавшихся воздействию токсико-пылевого фактора на производстве

Table 1

Indicators used in the prognostic regression model of stroke risk in men exposed to toxic dust factor in the workplace

Факторы риска	β-коэффициент	χ ² Вальда	p	ОР	95% ДИ
Наличие фактора ДЛП	3,7	18,8	0,001	34,4	9,8–120,1
Наличие АГ 3-й степени	5,6	13,1	0,002	31,6	3,5–288,0
Контроль АД	–3,4	7,88	0,005	0,035	0,003–0,36

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При построении модели логистической регрессии был использован метод последовательного включения переменных (Forward Stepwise). С его помощью были определены факторы, которые вносят статистически значимый вклад в возможное развитие инсульта у мужчин, не перенёсших инсульт и работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора (табл. 1).

Таковыми факторами оказались: наличие фактора дислипидемии (β-коэффициент = 3,7; p = 0,001); наличие у больного диагноза «артериальная гипертензия 3-й степени» (β-коэффициент = 5,6; p = 0,002); контроль АД (β-коэффициент = –3,4; p = 0,005).

В полученной регрессионной модели отсутствовали общепринятые факторы риска развития инсульта, такие как фактор курения, фактор злоупотребления алкоголем, ИБС, фибрилляция предсердий, сахарный диабет, что объясняется отсутствием различий между обеими группами по этим факторам, и данные факторы имели сильную корреляционную связь с факторами, включёнными в итоговую модель (добавление в модель этих факторов не улучшало точность прогноза).

При построении математической модели было получено отрицательное значение β-коэффициента для фактора «контроль АД». Статистическая значимость данного фактора составила p < 0,005 и не могла быть не включена в формулу.

На основании проведённого анализа была определена следующая формула логистической регрессии, определяющая вероятность развития инсульта данной производственной группы:

$$p(X) = \frac{1}{1 + e^{-z(X)}},$$

где $z(X) = 3,7 \times X_1 + 5,6 \times X_2 - 3,4 \times X_3 - 3,6$ (константа):

X_1 – наличие или отсутствие у больного фактора дислипидемии (при наличии фактора X_1 принимает значение «1», при отсутствии – «0»);

X_2 – наличие или отсутствие диагноза «артериальная гипертензия 3-й степени» (при наличии фактора X_2 принимает значение «1», при отсутствии – «0»);

X_3 – контроль АД (при наличии фактора X_3 принимает значение «1», при отсутствии – «0»).

Реализация предложенной модели прогнозирования осуществляется определением у больного значений указанных трёх параметров, а затем проставлением в соответствующую формулу. Вычисление значения $p(X)$ может быть реализовано в табличном процессоре Excel.

Значение $p(X)$, превышающее 0,5, свидетельствует о высоком риске развития инсульта у работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора. Получен-

ное значение $p(X)$ определяет оптимальное соотношение (наиболее высокое) чувствительности и специфичности. Чувствительность предлагаемого способа составила 84,4 %, специфичность – 92,4 %.

Ниже приводим примеры прогнозирования развития инсульта с использованием предложенной математической модели.

Пример 1. Пациент К., 53 года. Работал электрогазосварщиком в условиях воздействия комплекса токсических веществ в течение 29 лет (класс условий труда – 3.1). Поступил в неврологическое отделение с диагнозом «геморрагический инсульт». На момент развития инсульта АД = 180/110 мм рт. ст. Контроль АД не проводил. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз «гипертоническая болезнь 3-й степени, АГ 3-й степени, риск 4». Фактор дислипидемии отсутствовал (табл. 2).

Таблица 2

Значения параметров X_1 – X_3 , Z и $p(X)$ у пациента К. с инсультом, работавшего в условиях воздействия токсико-пылевого фактора

Table 2

The values of the parameters X_1 – X_3 , Z and $p(X)$ in patient K. with a stroke exposed to toxic dust factor at workplace

Параметры	Значение
Фактор дислипидемии (X_1)	0
Артериальная гипертензия 3-й степени (X_2)	1
Контроль АД (X_3)	0
Z	2
p	0,8808

Полученное значение $p(X)$ превышает 0,5, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у пациента из примера 1 (табл. 2). Вывод, сделанный на основании расчётов, совпадает с реальной ситуацией – развитием инсульта у данного пациента.

Пример 2. Пациент К., 42 года. Работал плавильщиком в условиях воздействия комплекса токсических веществ в течение 19 лет (класс условий труда – 3.1). Поступил в неврологическое отделение с диагнозом «ишемический инсульт». На момент развития инсульта АД = 200/120 мм рт. ст. Регулярно осуществлял контроль АД. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз «гипертоническая болезнь 3-й степени, АГ 3-й степени, риск 4». По данным липидограммы определялась дислипидемия (табл. 3).

Полученное значение $p(X)$ превышает 0,5, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у пациента из примера 2 (табл. 3). Вывод, сделанный на основании

расчётов, совпадает с реальной ситуацией – развитием инсульта у данного пациента.

Таблица 3
Значения параметров X_1 – X_3 , Z и $p(X)$ у пациента К. с инсультом, работающего в условиях воздействия токсико-пылевого фактора

Table 3
The values of the parameters X_1 – X_3 , Z and $p(X)$ in patient K. with a stroke exposed to toxic dust factor at workplace

Параметры	Значение
Фактор дислипидемии (X_1)	1
Артериальная гипертензия 3-й степени (X_2)	1
Контроль АД (X_3)	1
Z	2,3
P	0,90888

Пример 3. Пациент А., 50 лет. Работает электрогазосварщиком в течение 29 лет (класс условий труда – 3.1). Находился на лечении в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены». Был осмотрен неврологом, в анамнезе отсутствуют данные о перенесённом инсульте. На момент осмотра АД = 147/100 мм рт. ст. Больной контролирует АД и регулярно принимает гипотензивные препараты. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз «гипертоническая болезнь 2-й степени, АГ 2-й степени, риск 2». Фактор дислипидемии отсутствует (табл. 4).

Таблица 4
Значения параметров X_1 – X_3 , Z и $p(X)$ у пациента А., работающего в условиях воздействия токсико-пылевого фактора и не имеющего в анамнезе данных о перенесённом инсульте

Table 4
The values of the parameters X_1 – X_3 , Z and $p(X)$ in patient A. being exposed to toxic dust factor at workplace and not having history of a stroke

Параметры	Значение
Фактор дислипидемии (X_1)	0
Артериальная гипертензия 3-й степени (X_2)	0
Контроль АД (X_3)	1
Z	–7,0
P	0,0009

Значение $p(X)$ меньше 0,5, что свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у пациента из примера 3 (табл. 4). Полученный результат совпадает с реальной ситуацией – отсутствием инсульта у данного пациента.

Пример 4. Больной А., 47 лет. Работает плавильщиком в течение 22 лет (класс условий труда – 3.1). Находился на лечении в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены». Был осмотрен неврологом, в анамнезе отсутствуют данные о перенесённом инсульте. На момент осмотра АД = 165/110 мм рт. ст. Больной контролирует АД и регулярно принимает гипотензивные препараты. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз «гипертоническая болезнь 3-й степени, АГ 3-й степени, риск 2». Фактор дислипидемии отсутствует (табл. 5).

Таблица 5
Значения параметров X_1 – X_3 , Z и $p(X)$ у пациента А., работающего в условиях воздействия токсико-пылевого фактора и не имеющего в анамнезе данных о перенесённом инсульте

Table 5
The values of the parameters X_1 – X_3 , Z and $p(X)$ in patient A. being exposed to toxic dust factor at workplace and not having history of a stroke

Параметры	Значение
Фактор дислипидемии (X_1)	0
Артериальная гипертензия 3-й степени (X_2)	1
Контроль АД (X_3)	1
Z	–1,4
P	0,19782

Значение $p(X)$ меньше 0,5, что свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у пациента из примера 4 (табл. 5). Полученный результат совпадает с реальной ситуацией – отсутствием инсульта у данного пациента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для лиц, работающих в условиях воздействия токсико-пылевого фактора, установлены прогностически значимые факторы риска развития инсульта: наличие фактора дислипидемии (β -коэффициент = 3,7; $p = 0,001$), наличие у больного диагноза «артериальная гипертензия 3-й степени» (β -коэффициент = 5,6; $p = 0,002$), контроль АД (β -коэффициент = –3,4; $p = 0,005$).

2. Предложенный способ прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия комплекса токсических веществ (электрогазосварщики, плавильщики), позволяет оценить индивидуальный риск развития инсульта и может быть рекомендован к практическому использованию в рамках профилактических и периодических медицинских осмотров.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Шпрых В.В., Стаховская Л.В., Клочихина О.А. Результаты шестилетнего исследования эпидемиологических параметров инсульта в Иркутской области. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2017; 37(5): 91-96.
- Кранчюкайте-Бутылкиниене Д., Растяните Д., Горинене Г. Связь между качеством и особенностями образа жизни лиц, перенесших церебральный инсульт: результаты исследования EROS. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуск*. 2015; 115(12): 26-32. doi: 10.17116/jnevro201511512226-32
- Thrift AG, Thayabaranathan T, Howard G, Howard VJ, Rothwell PM, Feigin VL, et al. Global Stroke Statistic. *Int J Stroke*. 2017; 12(1): 13-32. doi: 10.1177/1747493016676285
- Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления и укрепления здоровья работающего населения России. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; (9): 527-532. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532
- Росстат. *Демографический ежегодник России. 2017: статистический сборник*. Москва; 2017.
- Vlachopoulos C, Xaplanteris P, Aboyans V, Brodmann M, Cosentino F, Cifrova R, et al. The role of vascular biomarkers for primary and secondary prevention. A position paper from the European Society of Cardiology Working Group on peripheral

circulation: endorsed by the Association for Research into Arterial Structure and Physiology (ARTERY) Society. *Atherosclerosis*. 2015; 241(2): 507-532. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.05.007

7. Albus C. Psychosocial risk factors: Time for action in lifelong prevention of coronary heart disease. *Eur J Prevent Cardiol*. 2017; 24(13): 1369-1370. doi: 10.1177/2047487317715770

8. Тиньков А.Н., Сергеев С.Ю., Некрасов В.И., Скальный А.В., Макшанцев С.С., Быстрых В.В., и др. Анализ баланса микроэлементов в условиях воздействия комплекса факторов. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2005; (25-2): 66-67.

9. Меркурьева Л.И., Рябова О.И. Диагностическая и прогностическая значимость концентрации марганца в крови при хронической марганцевой интоксикации у электросварщиков. *Медицина труда и промышленная экология*. 2003; (8): 41-43.

10. Roth JA, Garrick MD. Iron interactions and other biological reactions mediating the physiological and toxic actions of manganese. *Biochem Pharmacol*. 2003; 66(1): 1-13. doi: 10.1016/s0006-2952(03)00145-x

11. Амосова Е.Н. *Кардиомиопатии*. Киев: Книга плюс; 1999.

12. Masironi R. Trace elements and cardiovascular diseases. *Bull World Health Organ*. 1969; 40(2): 305-312.

13. Власенко М.В., Шпагина Л.А. Гемостазиологический скрининг у больных с пылевой патологией легких и у рабочих высокого профессионального риска. *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в медицине труда» (г. Новосибирск, 29–30 сентября 2011 г.)*. Новосибирск: НГМУ; 2011: 52-54.

14. Песков С.А., Потеряева Е.Л., Смирнова Е.Л. Оценка персонализированного риска и первичная профилактика производственно обусловленных заболеваний у рабочих пылеопасных профессий в условиях крупного регионального диагностического центра. *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в медицине труда» (г. Новосибирск, 29–30 сентября 2011 г.)*. Новосибирск: НГМУ; 2011: 173-176.

15. Подпалов В.П., Манак Н.А., Прокошина Н.Р., Счастливенко А.И. *Способ прогнозирования относительного риска развития инфаркта миокарда или инсульта у лиц с артериальной гипертензией*: Пат. 17881 Республика Беларусь; МПК А61В 5/024 (2006.01), А61В 5/0402 (2006.01), А61В 33/50 (2006.01). № а20110022; заявл. 06.01.2011; опубл. 30.08.2012.

16. Николаев В.И., Денисенко Н.П., Брега А.В., Глазунова Г.М. *Способ прогнозирования риска развития острого ишемического инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией*: Пат. 2648532 Рос. Федерация; МПК А61В 5/02 (2006.01). № 2017113347; заявл. 17.04.2017; опубл. 26.03.2018; Бюл. № 9.

17. Чурносков М.И., Москаленко М.И., Миланова С.Н., Пономаренко И.В., Полоников А.В. *Способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта с учетом генетических и средовых факторов*: Пат. 2679635 Рос. Федерация; МПК G01N 33/50 (2006.01), C12Q 1/68 (2006.01). № 2018129783; заявл. 15.08.2018; опубл. 12.02.2019; Бюл. № 5.

18. Чазов И.Е., Жернакова Ю.В., от имени экспертов. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение артериальной гипертензии. *Системные гипертензии*. 2019; 16(1): 6-31. doi: 10.26442/2075082X.2019.1.190179

19. Максимов С.А., Индукаева Е.В., Артамонова Г.В. Распространенность курения в профессиональных группах Западной Сибири. *Профилактическая медицина*. 2015; 18(1): 28-31. doi: 10.17116/profmed201518128-31

20. Агбалова Т.В., Шустов Д.И., Тучина О.Д., Мухин А.А., Гуревич Г.Л. Стратегия снижения потребления алкоголя как новая возможность в терапии алкогольной зависимости. *Социальная и клиническая психиатрия*. 2015; 25(3): 61-68.

REFERENCES

1. Shprakh VV, Stakhovskaya LV, Klochikhina OA. The results of a six-year study of the epidemiological parameters of stroke

in the Irkutsk region. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*. 2017; 37(5): 91-96. (In Russ.)

2. Kranchukaite-Butylkiniene D, Rastyanite D, Gorinene G. Relationship between the quality and lifestyle features of people who have suffered cerebral stroke: results of the EROS study. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova. Spetsvyppusk*. 2015; 115(12): 26-32. doi: 10.17116/jnevro201511512226-32. (In Russ.)

3. Thrift AG, Thayabaranathan T, Howard G, Howard VJ, Rothwell PM, Feigin VL, et al. Global Stroke Statistic. *Int J Stroke*. 2017; 12(1): 13-32. doi: 10.1177/1747493016676285

4. Bukhtiyarov IV. The current state and main directions and health promotion of the working population in Russia. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; (9): 527-532. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532. (In Russ.)

5. Rosstat. *Demographic yearbook of Russia. 2017: statistical compilation*. Moscow; 2017. (In Russ.)

6. Vlachopoulos C, Xaplanteris P, Aboyans V, Brodmann M, Cosentino F, Cifrova R, et al. The role of vascular biomarkers for primary and secondary prevention. A position paper from the European Society of Cardiology Working Group on peripheral circulation: endorsed by the Association for Research into Arterial Structure and Physiology (ARTERY) Society. *Atherosclerosis*. 2015; 241(2): 507-532. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.05.007

7. Albus C. Psychosocial risk factors: Time for action in lifelong prevention of coronary heart disease. *Eur J Prevent Cardiol*. 2017; 24(13): 1369-1370. doi: 10.1177/2047487317715770

8. Tinkov AN, Sergeev SYu, Nekrasov VI, Skalny AV, Makshantsev SS, Bystrykh VV, et al. Analysis of the balance of trace elements under the influence of a complex of factors. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2005; (25-2): 66-67. (In Russ.)

9. Merkur'yeva LI, Ryabova OI. Diagnostic and prognostic significance of the concentration of manganese in the blood during chronic manganese intoxication in electric welders. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2003; (8): 41-43. (In Russ.)

10. Roth JA, Garrick MD. Iron interactions and other biological reactions mediating the physiological and toxic actions of manganese. *Biochem Pharmacol*. 2003; 66(1): 1-13. doi: 10.1016/s0006-2952(03)00145-x

11. Amosova EN. *Cardiomyopathy*. Kiev: Kniga plus; 1999. (In Russ.)

12. Masironi R. Trace elements and cardiovascular diseases. *Bull World Health Organ*. 1969; 40(2): 305-312.

13. Vlasenko MV, Shpagina LA. Hemostasiological screening in patients with dust lung pathology and in workers with high occupational risk. *Materiyal Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v meditsine truda» (Novosibirsk, Sept. 29-30, 2011)*. Novosibirsk: NSMU; 2011: 52-54. (In Russ.)

14. Peskov SA, Poteryaeva EL, Smirnova EL. Assessment of personified risk and primary prevention of work-related diseases in workers in dust-hazardous professions in a large regional diagnostic center. *Materiyal Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v meditsine truda» (Novosibirsk, Sept. 29-30, 2011)*. Novosibirsk: NSMU; 2011: 173-176. (In Russ.)

15. Podpalov VP, Manak NA, Prokoshina NR, Schastlenko AI. *A method for predicting the relative risk of developing myocardial infarction or stroke in a person with hypertension: Patent 17881 Republic of Belarus*. 2012. (In Russ.)

16. Nikolaev VI, Denisenko NP, Brega AV, Glazunova GM. *A method for predicting the risk of acute ischemic stroke in patients no older than 50 years old with newly diagnosed arterial hypertension: Patent 2648532 Russian Federation*. 2018. (In Russ.)

17. Churnosov MI, Moskalenko MI, Milanova SN, Ponomarenko IV, Polonikov AV. *A method for predicting the risk of developing ischemic stroke, taking into account genetic and environmental factors: Patent 2679635 Russian Federation*; 2019. (In Russ.)

18. Chazova IE, Zhernakova YuV, on behalf of experts. Clinical recommendations. Diagnosis, treatment of arterial hypertension.

Sistemnye gipertenzii. 2019; 16(1): 6-31. doi: 10.26442/2075082X.2019.1.190179. (In Russ.)

19. Maksimov SA, Indukaeva EV, Artamonova GV. The prevalence of smoking in professional groups in Western Siberia.

Proflakticheskaya meditsina. 2015; 18(1): 28-31. doi: 10.17116/profmed201518128-31. (In Russ.)

20. Agibalova TV, Shustov DI, Tuchina OD, Mukhin AA, Gurevich GL. A strategy to reduce alcohol consumption as a new opportunity in the treatment of alcohol dependence. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhatriya*. 2015; 25(3): 61-68. (In Russ.)

Сведения об авторах

Яшникова Мария Викторовна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: yash-maria@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3943-8929>

Потеряева Елена Леонидовна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; главный научный сотрудник отдела гигиенических исследований с лабораторией физических факторов, ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: sovetmedin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1068-2431>

Доронин Борис Матвеевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: b_doronin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4229-2710>

Максимов Владимир Николаевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры медицинской генетики и биологии, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний, Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики» СО РАН, e-mail: medik11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3157-7019>

Смирнова Елена Леонидовна – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; профессор отдела образования, Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики» СО РАН, e-mail: smelet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1624-5681>

Information about the authors

Maria V. Yashnikova – Cand. Sc. (Med.), Teaching Assistant at the Department of Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology, Novosibirsk State Medical University, e-mail: yash-maria@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3943-8929>

Elena L. Poteryaeva – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology, Novosibirsk State Medical University; Senior Research Officer at the Department of Hygienic Researches with the Laboratory of Physical Factors, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, e-mail: sovetmedin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1068-2431>

Boris M. Doronin – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Neurology, Novosibirsk State Medical University, e-mail: b_doronin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4229-2710>

Vladimir N. Maksimov – Dr. Sc. (Med.), Professor at the Department of Medical Genetics and Biology, Novosibirsk State Medical University; Head of the Laboratory of Molecular and Genetic Studies of Internal Diseases, Research Institute of Therapy and Preventive Medicine – Branch of the Federal Research Center Institute Cytology and Genetics SB RAS, e-mail: medik11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3157-7019>

Elena L. Smirnova – Dr. Sc. (Med.), Docent, Professor at the Department of Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology, Novosibirsk State Medical University; Professor at the Department of Education, Research Institute of Therapy and Preventive Medicine – Branch of the Federal Research Center Institute Cytology and Genetics SB RAS, e-mail: smelet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1624-5681>

Вклад авторов

Яшникова М.В. – концепция и дизайн исследования, сбор материала для исследования, написание текста рукописи.

Потеряева Е.Л. – концепция и дизайн исследования, редактирование текста рукописи.

Доронин Б.М. – концепция и дизайн исследования.

Максимов В.Н. – статическая обработка материала исследования.

Смирнова Е.Л. – обзор публикаций по теме статьи.

Статья получена: 20.03.2020. Статья принята: 01.06.2020. Статья опубликована: 26.06.2020.

Received: 20.03.2020. Accepted: 01.06.2020. Published: 26.06.2020.