

Способ прогнозирования риска развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации

Яшникова М.В.¹, Потеряева Е.Л.^{1,2}, Доронин Б.М.¹, Максимов В.Н.^{1,3}, Чеканов М.Н.¹, Блажитко Е.М.¹, Пешкова И.В.¹, Смагин А.А.⁴

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

²ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора России

³НИИ терапии и профилактической медицины — филиал ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН» (Новосибирск)

⁴НИИ клинической и экспериментальной лимфологии — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (Новосибирск)

A method for predicting the risk of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration

Yashnikova M.V.¹, Poteryaeva E.L.^{1,2}, Doronin B.M.¹, Maksimov V.N.^{1,3}, Chekanov M.N.¹, Blagitzko E.M.¹, Peshkova I.V.¹, Smagin A.A.⁴

¹Novosibirsk State Medical University

²Novosibirsk Research Institute of Hygiene

³Research Institute of Internal and Preventive Medicine (Novosibirsk)

⁴Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology (Novosibirsk)

АННОТАЦИЯ

Целью исследования явилась разработка способа прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации. В обследование были включены 134 мужчины в возрасте от 30 до 65 лет, работавшие 5 и более лет по профессиям: водитель грузовой машины (БелАЗ-75, уровень общей вибрации — 80–116 дБ), водитель автобуса (уровень общей вибрации — 75–101 дБ). Участники исследования были разделены на две группы: первая — 70 мужчин, перенесших инсульт; вторая — 64 мужчины с диагнозом «Хроническая церебральная ишемия».

С помощью метода последовательного включения переменных (Forward Stepwise) были установлены факторы риска развития инсульта в исследуемой группе (возраст, стаж работы, уровень общего холестерина, прием гипотензивных препаратов, наличие в анамнезе фактора курения) и предложена формула логистической регрессии, позволяющая определять вероятность развития инсульта. Значение, равное или превышающее 0.6, получаемое при расчете по этой формуле, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Чувствительность предлагаемого метода составила 81.4 %, специфичность — 76.6 %. Предложенный метод прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации, может быть использован при проведении профилактических и периодических медицинских осмотров.

Ключевые слова: инсульт, мужчины, общая вибрация, риск развития инсульта.

ABSTRACT

The aim of the study was to develop a method for predicting the development of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration. The survey included 134 men aged 30 to 65 years, who worked 5 or more years by occupation: truck driver (BelAZ-75, general vibration level — 80–116 dB), bus driver (general vibration level — 75–101 dB). The study participants were divided into two groups: the first — 70 men who had a stroke; the second — 64 men with a diagnosis of chronic cerebral ischemia.

Поступила 11.06.2019
Принята 10.09.2019

*Автор, ответственный за переписку
Яшникова Мария Викторовна: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. 630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52
E-mail: yash-maria@mail.ru

Received 11.06.2019
Accepted 10.09.2019

*Corresponding author
Yashnikova Maria Viktorovna: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: yash-maria@mail.ru

Using the method of successive inclusion of variables (Forward Stepwise), the risk factors for stroke in the study group (age, work experience, total cholesterol, taking antihypertensive drugs, the presence of a history of smoking factor) were established and a logistic regression formula was proposed that allows to determine the probability of stroke development. A value equal to or greater than 0.6 obtained by calculation using this formula indicates a high risk of stroke development. The sensitivity of the proposed method was 81.4%, specificity — 76.6%. The proposed method for predicting the development of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration can be used during preventive and periodic medical examinations.

Keywords: stroke, men, general vibration, risk of stroke.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране, как и в большинстве стран мира, проблема инсульта продолжает оставаться одной из самых важных в медицине, так как инсульт является одной из ведущих причин смертности и инвалидизации, что говорит о большой социальной значимости этого заболевания [1, 2].

Половина всех инсультов приходится на трудоспособный возраст, и лишь около 20–25 % выживших больных могут вернуться к прежней работе [3, 4]. Проблема снижения сердечно-сосудистой заболеваемости трудоспособного населения в РФ, на долю которого приходится около 60 % популяции, является одной из важнейших государственных задач, и актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена также увеличением среднего возраста работников за счет общего старения населения и возраста выхода на пенсию [5].

По результатам исследований, проводимых за рубежом, известно о существенном снижении смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в ряде развитых стран, что является следствием профилактических мероприятий, направленных на коррекцию факторов риска [6–8]. К наиболее распространенным неблагоприятным факторам в промышленности относятся вибрация и шум. Вибрирующими принято считать источники (объекты), при работе с которыми возникают вибрации, составляющие не менее чем 20 % от предельно допустимого уровня, что соответствует 108 дБ виброскорости или 112 дБ виброускорения [9]. Отрицательное влияние общей вибрации на человека усугубляется при сочетании воздействия ее с другими вредными производственными факторами: статическими и динамическими нагрузками, вынужденной рабочей позой, неблагоприятным микроклиматом.

Известно, что действие общей вибрации ведет к развитию дисфункции эндотелия и патологии микроциркуляторного русла, изменению параметров гемостаза, ускорению процессов атерогенеза и тромбообразования [10, 11]. У лиц виброопасных профессий наибольший удельный вес занимает патология сердечно-сосудистой систе-

INTRODUCTION

Currently, in our country, as in most countries of the world, the problem of stroke continues to be one of the most important in medicine, since stroke is one of the leading causes of death and disability, which indicates the great social significance of this disease [1, 2].

Half of all strokes occur at working age and only about 20–25% of surviving patients can return to their previous work [3, 4]. The problem of reducing the cardiovascular morbidity of the working-age population in the Russian Federation, which accounts for about 60% of the population, is one of the most important state tasks, and the urgency of the problem is also due to the increase in the average age of workers due to the general aging of the population and age retirement [5].

According to the results of studies conducted abroad, it is known that there is a significant decrease in mortality from cardiovascular diseases in a number of developed countries, which is a consequence of preventive measures aimed at correcting risk factors [6–8]. The most common adverse factors in industry include vibration and noise. Vibrating sources are considered to be sources (objects), when working with them, vibrations occur that make up at least 20% of the maximum permissible level, which corresponds to 108 dB of vibration velocity or 112 dB of vibration acceleration [9]. The negative effect of general vibration on a person is aggravated by its combined effect with other harmful production factors: static and dynamic loads, forced working posture, unfavorable microclimate.

It is known that the effect of general vibration leads to the development of endothelial dysfunction and pathology of the microvasculature, a change in the parameters of hemostasis, and acceleration of the processes of atherogenesis and thrombosis [10, 11]. In persons of vibro-hazardous professions, the largest share is occupied by the pathology of the cardiovascular system: arterial hypertension (AH), coronary heart disease, metabolic syndrome. In the study of the phenotypic features of hypertension on patient models under

мы: артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца, метаболический синдром. В ходе исследования фенотипических особенностей АГ на модели пациентов в условиях преимущественного воздействия производственной вибрации установлено, что фенотип АГ у данных лиц характеризуется большей частотой сопутствующих клинических состояний: транзиторных ишемических атак, ишемического инсульта, атеросклеротического поражения дистальных и проксимальных сосудов [12].

В этой связи особую значимость приобретает прогнозирование развития сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе и инсульта, у лиц трудоспособного возраста с учетом влияния профессионально-производственных факторов. Выявлены клеточно-эндотелиальные показатели (сосудистый эндотелиальный фактор роста В, трансформирующий фактор роста β , фибронектин, тромбомодулин, тромбоспондин, альфа-2-макроглобулин, фибринопептид А), которые повышаются в сыворотке крови больных вибрационной болезнью с артериальной гипертензией [13].

В литературе описаны защищенные 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 17881) [14]; способ прогнозирования риска развития острого ишемического инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией (патент РФ № 2648532) [15]; способ выявления ранних признаков поражения нервной системы при воздействии локальной и общей вибрации (патент РФ № 2626718) [16]. 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 общей вибрации.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка способа прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены 134 мужчины в возрасте от 30 до 65 лет, работавшие 5 и более лет по профессиям: водитель грузовой машины (БелАЗ-75, уровень общей вибрации 80–116 дБ),

the predominant effect of industrial vibration, it was found that the phenotype of AH in these individuals is characterized by a greater frequency of associated clinical conditions: transient ischemic attacks, ischemic stroke, atherosclerotic lesions of the distal and proximal vessels [12].

In this regard, predicting the development of cardiovascular diseases, including stroke, in people of working age, taking into account the influence of occupational factors, is of particular importance. Cell-endothelial parameters (vascular endothelial growth factor B, transforming growth factor β 1, fibronectin, thrombomodulin, thrombospondin, alpha-2-macroglobulin, fibrinopeptide A) were revealed, which tend to increase in the blood serum of patients with vibrational disease with arterial hypertension [13].

The literature describes patent-protected methods for predicting the development and course of stroke (patent database of the Federal Institute of Industrial Property): a method for predicting the relative risk of developing myocardial infarction or stroke in people with arterial hypertension (patent 17881) [14]; a method for predicting the risk of developing acute ischemic stroke in patients not older than 50 years with newly diagnosed arterial hypertension (the Russian Federation patent No. 2648532) [15]; a method for detecting early signs of damage to the nervous system when exposed to local and general vibration (RF patent No. 2626718) [16]. At the same time, there are very few studies that determine methods for predicting a stroke in workers with high professional risk, including people working under conditions of exposure to general vibration.

AIM OF THE RESEARCH

Elaboration of a method for predicting the development of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration.

MATERIALS AND METHODS

The study included 134 men aged 30 to 65 years who worked 5 or more years by occupation: truck driver (BelAZ-75, total vibration level — 80–116 dB), bus driver (general vibration level — 75–101 dB). All examined were divided into two groups. The first group consisted of 70 men hospitalized to the Neurological Department of Novosibirsk City Clinical Hospital No. 1 with a diagnosis of stroke. The diagnosis was made in accordance with the International Classification of Diseases X revision. Verification of the diagnosis of a stroke was carried out on the ba-

водитель автобуса (уровень общей вибрации 75–101 дБ). Все обследованные были разделены на две группы. Первую группу составили 70 мужчин, госпитализированных в неврологическое отделение ГБУЗ НСО «ГКБ № 1» г. Новосибирска (ГКБ № 1) с диагнозом «Инсульт». Диагноз был поставлен в соответствии с международной классификацией болезней X пересмотра. Верификация диагноза инсульта проводилась на основании данных комплексного клинико-функционального и инструментального обследования (мультиспиральная компьютерная томография или магнитно-резонансная томография головного мозга). Средний возраст больных первой группы — 53.5 г. ($m = \pm 0.8$, $\sigma = \pm 6.5$). Средний стаж работы в условиях воздействия общей вибрации на момент развития инсульта — 27.5 г. ($m = \pm 0.8$, $\sigma = \pm 6.7$).

Вторую группу обследованных составили 64 мужчины с диагнозом «Хроническая церебральная ишемия», работавшие в условиях воздействия общей вибрации и проходившие профилактическое лечение в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора (НИИ гигиены). Средний возраст больных второй группы — 55.4 г. ($m = \pm 0.6$, $\sigma = \pm 5.1$). Средний стаж работы — 29.5 г. ($m = \pm 0.6$, $\sigma = \pm 4.8$). Таким образом, исследуемые группы были сопоставимы по возрасту и стажу.

У больных первой и второй групп изучались следующие показатели: наличие артериальной гипертензии, ее степень; прием гипотензивных препаратов; наличие в анамнезе ишемической болезни сердца, фибрилляции предсердий; уровень общего холестерина; наличие дислипидемии, сахарного диабета; курение; злоупотребление алкоголем.

В группу больных АГ, согласно рекомендациям ВОЗ и ESH/ESC 2018, были отнесены пациенты, у которых при трехкратном измерении АД регистрировалось САД (систолическое АД) 140 мм рт. ст. и более, ДАД (диастолическое АД) — 90 мм рт. ст. и более, а также больные с АГ в анамнезе, принимавшие на момент развития инсульта антигипертензивные препараты [17, 18].

Наличие инфаркта миокарда в анамнезе подтверждалось соответствующими медицинскими документами (амбулаторные карты, выписные эпикризы).

Исследование глюкозы производили на момент госпитализации глюкозооксидазным методом на аппарате One Touch (США). При необходимости исследовали гликемический профиль. Ди-

сис of complex clinical functional and instrumental examinations (multispiral computed tomography or magnetic resonance imaging of the brain). The average age of the patients of the first group is 53.5 years ($m = \pm 0.8$, $\sigma = \pm 6.5$). The average work experience under the influence of general vibration at the time of the development of a stroke was 27.5 years ($m = \pm 0.8$, $\sigma = \pm 6.7$).

The second group of examined patients consisted of 64 men with a diagnosis of chronic cerebral ischemia, who worked under conditions of general vibration and underwent prophylactic treatment at the Occupational Diseases Clinic (the Novosibirsk Research Institute of Hygiene). The average age of patients of the second group was 55.4 years ($m = \pm 0.6$, $\sigma = \pm 5.1$). The average work experience — 29.5 years ($m = \pm 0.6$, $\sigma = \pm 4.8$). Thus, the studied groups were comparable in age and length of work experience.

The following indicators were studied in patients of the first and second groups: the presence of arterial hypertension, its degree; use of antihypertensive drugs; the presence of a history of coronary heart disease, atrial fibrillation; total cholesterol level; the presence of dyslipidemia, diabetes mellitus; smoking; alcohol abuse.

The group of patients with AH, according to the recommendations of WHO and ESH/ESC 2018, included patients in whom, with a triple measurement of blood pressure, SBP (systolic blood pressure) of 140 mm Hg and more was recorded, DBP (diastolic blood pressure) — 90 mm Hg and more, as well as patients with a history of AH who were taking antihypertensive drugs at the time of the development of a stroke [17, 18].

The presence of myocardial infarction in the anamnesis was confirmed by the relevant medical documents (outpatient cards, discharge epicrisis).

Glucose study was performed at the time of hospitalization by glucose oxidase method on the One Touch device (the USA). If necessary, the glycemic profile was studied. The diagnosis of diabetes mellitus (type, severity, stage of compensation), the presence of angiopathies was established in the presence of appropriate clinical and paraclinical data with the participation of an endocrinologist.

The study of total cholesterol (TCh) level, triglycerides was carried out in hospitalized patients in the morning on an empty stomach with enzymatic methods on an AU 480 autoanalyzer from “Beckman Coulter” (Japan); low density lipoproteins were determined by the Burnstein method, high density

агноз «Сахарный диабет» (тип, степень тяжести, стадия компенсации), наличие ангиопатий устанавливали при наличии соответствующих клинических и параклинических данных с участием врача-эндокринолога.

Исследование уровня общего холестерина (ОХС), триглицеридов проводилось у госпитализированных больных утром натощак ферментативными методами на автоанализаторе AU 480 фирмы Beckman Coulter (Япония); липопротеиды низкой плотности определяли методом Бурнштейна, липопротеиды высокой плотности — расчетным и прямым методами. Гиперхолестеринемию диагностировали при уровне общего холестерина (ОХС) более 6.5 ммоль/л, гиперлипопротеинемию — при уровне липопротеидов низкой плотности более 50 усл. ед.

Наличие фактора курения признавалось у лиц, выкуривавших по крайней мере одну сигарету (папиросу) в день в течение трех последних месяцев до развития инсульта у пациентов первой группы и до момента обследования у пациентов второй группы [19].

Злоупотребление алкоголем устанавливалось в случае систематического его приема (не реже одного раза в 7 дней) в объеме не менее 200 г в переводе на этиловый спирт в неделю, несмотря на рецидивирующие отрицательные последствия, а также при наличии сведений из медицинской документации (наблюдение у нарколога, диагноз алкогольной эпилепсии, хронического алкоголизма) [20]. DSM-IV (стандарт диагностики в психиатрии и физиологии) определяет злоупотребление алкоголем как повторяющееся употребление, несмотря на рецидивирующие отрицательные последствия [21].

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол заседания № 65 от 27.05.2014).

Статистический анализ проводился с использованием пакета программ SPSS 11.5. Для проверки на нормальность распределения признаков использовался критерий Колмогорова — Смирнова; для анализа качественных признаков — критерий Фишера; для определения достоверности различий независимых выборок при нормальном распределении — *t*-критерий Стьюдента для независимых наблюдений. Данные представляли в виде среднего арифметического (*M*), его ошибки (*m*), среднего квадратического отклонения (*σ*). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался равным 0.05.

lipoproteins were determined by calculation and direct methods. Hypercholesterolemia was diagnosed with a level of total cholesterol of more than 6.5 mmol/l, hyperlipoproteinemia — with a level of low density lipoproteins more than 50 c.u.

The presence of the smoking factor was recognized in individuals who smoked at least one cigarette per day for the last three months before the development of a stroke in patients of the first group and before the examination in patients of the second group [19].

Alcohol abuse was established in case of its systematic intake (at least once every 7 days) in the amount of not less than 200 g in terms of ethyl alcohol per week, despite recurring negative consequences, as well as if there is information from medical documentation (observation by a narcologist, diagnosis of alcoholic epilepsy, chronic alcoholism) [20]. DSM-IV (the standard for diagnosis in psychiatry and physiology) defines alcohol abuse as a recurring use, despite recurring adverse effects [21].

The study was approved by the local ethics Committee of the Novosibirsk State Medical University (Protocol No. 65 from 27.05.2014).

Statistical analysis was performed using the SPSS 11.5 software package. To check the normality of the distribution of signs, the Kolmogorov — Smirnov criterion was used; for the analysis of qualitative characteristics — Fisher's criterion; to determine the significance of differences in independent samples with a normal distribution — Student's *t*-test for independent observations. The data were presented as arithmetic mean (*M*), its error (*m*), standard deviation (*σ*). The critical level of significance in testing statistical hypotheses in the study was assumed to be 0.05.

The development of a mathematical model for predicting the development of stroke in men, whose profession is associated with the effects of general vibration, consisted of a number of stages. To determine the significance of differences in the characteristics, analysis of contingency tables was used (Pearson's χ^2 criterion, as well as a two-sided exact Fisher test if the expected value in at least one cell of the contingency table was less than 5). Binary logistic regression was used to build a predictive model consisting of risk factors that make an independent significant contribution to the development of stroke in patients working under conditions of exposure to general vibration. The relative risk (RR) of stroke and its 95% confidence interval (CI) were calculated.

Разработка математической модели прогнозирования развития инсульта у мужчин, чья профессия связана с воздействием общей вибрации, состояла из ряда этапов. Для определения достоверности различий признаков использовали анализ таблиц сопряженности (критерий χ^2 Пирсона, а также двусторонний точный тест Фишера в случае, если ожидаемое значение хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности было меньше 5). Применяли бинарную логистическую регрессию для построения прогностической модели, состоящей из факторов риска, вносящих независимый значимый вклад в развитие инсульта у больных, работающих в условиях воздействия общей вибрации. Вычисляли относительный риск (ОР) развития инсульта и его 95% доверительный интервал (ДИ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При построении модели логистической регрессии был использован метод последовательного включения переменных (Forward Stepwise). С его помощью были отобраны показатели, которые вносят наибольший вклад в развитие инсульта у мужчин исследуемой производственной группы (табл. 1). Ими оказались возраст больного (β -коэффициент = 0.25, $p = 0.001$), стаж работы в условиях влияния общей вибрации

RESULTS AND DISCUSSION

When constructing a model of logistic regression, the Forward Stepwise method of variable inclusion was used. With its help we selected the indicators that make the greatest contribution to the development of stroke in men of the studied occupational group (Table 1). They turned out to be the patient's age (β -coefficient = 0.25, $p = 0.001$), length of service under the influence of general vibration ($\beta = -0.34$, $p = 0.001$), total cholesterol level ($\beta = 1.2$, $p = 0.001$), taking antihypertensive drugs ($\beta = -1.5$, $p = 0.018$), the smoking factor in a history ($\beta = 1.3$, $p = 0.024$).

Based on the analysis, the following logistic regression formula was developed that determines the likelihood of a stroke:

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

where $z(X) = 0.25 \cdot X_1 - 0.34 \cdot X_2 + 1.2 \cdot X_3 - 1.5 \cdot X_4 + 1.3 \cdot X_5 - 9.5$ (constant), where X_1 — age of the patient (full years); X_2 — length of service under conditions of exposure to general vibration (full years); X_3 — the level of total cholesterol in blood serum (mmol/l); X_4 — taking antihypertensive drugs (with regular intake of antihypertensive drugs X_4 takes on value 1, in the absence of regular intake — 0); X_5 —

Таблица 1. Общая регрессионная модель оценки риска развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации

Table 1. General regression model for assessing the risk of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration

Фактор риска Risk factor	Коэффициент β β -coefficient	χ^2 Вальда Wald chisquare	p	Относительный риск Relative risk	95% доверительный интервал 95% confidence interval
Возраст (полных лет) Age (full years)	0.25	6.3	0.001	1.3	1.1–1.5
Стаж работы в условиях воздействия общей вибрации (полных лет) Length of service under conditions of exposure to general vibration (full years)	–0.34	10.5	0.001	0.7	0.6–0.8
Уровень общего холесте- рина (ммоль/л) Total cholesterol level (mmol/l)	1.2	19.1	0.001	3.3	1.9–5.5
Прием гипотензивных препаратов Taking antihypertensive drugs	–1.5	5.6	0.018	0.3	0.08–0.8
Наличие фактора курения The presence of smoking factor	1.3	5.1	0.024	3.7	1.2–11.8

($\beta = -0.34, p = 0.001$), уровень общего холестерина ($\beta = 1.2, p = 0.001$), прием гипотензивных препаратов ($\beta = -1.5, p = 0.018$), наличие в анамнезе фактора курения ($\beta = 1.3, p = 0.024$).

На основании проведенного анализа была разработана следующая формула логистической регрессии, определяющая вероятность развития инсульта:

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

где $z(X) = 0.25 \cdot X_1 - 0.34 \cdot X_2 + 1.2 \cdot X_3 - 1.5 \cdot X_4 + 1.3 \cdot X_5 - 9.5$ (константа), где X_1 — возраст больного (полных лет); X_2 — стаж работы в условиях воздействия общей вибрации (полных лет); X_3 — уровень общего холестерина в сыворотке крови (ммоль/л); X_4 — прием гипотензивных препаратов (при регулярном приеме гипотензивных препаратов X_4 принимает значение 1, при отсутствии регулярного приема — 0); X_5 — наличие или отсутствие в анамнезе пациента фактора курения (при наличии фактора курения X_5 принимает значение 1, при отсутствии фактора — 0).

Предложенная модель прогнозирования достаточно просто реализуется на практике: у больного определяют значение указанных 5 параметров, а затем эти значения подставляют в соответствующую формулу. Вычисление значения $p(X)$ можно произвести в программе для работы с электронными таблицами Microsoft Excel. Значение $p(X)$, равное или превышающее 0.6, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Чувствительность предлагаемого способа составила 81.4 %, специфичность — 76.6 %.

Ниже приводим примеры прогноза развития инсульта с использованием предложенной модели.

Пример 1. Больной Д., 44 года. Работал водителем грузовой машины в течение 18 лет. Поступил в неврологическое отделение ГКБ № 1 с диагнозом «Геморрагический инсульт». В анамнезе повышение АД в течение 3 лет до 230/120 мм рт. ст. АД на момент развития инсульта —

the presence or absence in the patient's history of the smoking factor (in the presence of the smoking factor X_5 takes the value 1, in the absence of the factor — 0).

The proposed forecasting model is quite simply implemented in practice: the patient determines the value of these 5 parameters and then these values are substituted into the corresponding formula. The calculation of $p(X)$ can be done in the program for working with Microsoft Excel spreadsheets. $p(X)$ value equal to or greater than 0.6 indicates a high risk of stroke. The sensitivity of the proposed method was 81.4%, specificity — 76.6%.

Below we give examples of the prognosis of the development of stroke using the proposed model.

Example 1. Patient D., 44 years old. He worked as a truck driver for 18 years. He was admitted to the Neurological Department of City Clinical Hospital No. 1 with a diagnosis of hemorrhagic stroke. In the history there is an increase in BP for 3 years to 230/120 mm Hg. BP at the time of stroke — 170/100 mm Hg. The patient did not regularly take antihypertensive drugs. He was examined by a cardiologist, diagnosed with hypertensive disease — degree 3, AH — degree 3, risk 4. There was no smoking factor in the patient's history. The level of total cholesterol — 7.5 mmol/l (Table 2).

For this patient, the $p(X)$ value was 0.987. It exceeds 0.6, which indicates a high risk of stroke in this patient. This example confirms the effectiveness of the proposed method and predicts the real situation — the development of a stroke in a patient.

Example 2. Patient N., 59 years old. Length of service as a bus driver for 37 years. He was treated at the Occupational Diseases Clinic of the Research Institute of Hygiene. Was examined by a neurologist. On the basis of complaints, medical history, neurological examination, the diagnosis was made — “Chronic cerebral ischemia”. At the time of inspection of BP — 140/80 mm Hg. There was increased BP to 180/100 mm Hg for 4 years. The patient monitors BP and regularly takes antihypertensive drugs.

Таблица 2. Значения параметров X_{1-5} , z и $p(X)$ у больного с диагнозом «Геморрагический инсульт»
Table 2. Values of X_{1-5} , z and $p(X)$ parameters in a patient with hemorrhagic stroke

Параметр / Parameter	Значение / Value
Возраст (лет) — X_1 / Age (years) — X_1	44
Стаж (лет) — X_2 / Length of service (years) — X_2	18
ОХС (ммоль/л) — X_3 / TCh (mmol/l) — X_3	7.5
Прием гипотензивных препаратов — X_4 / Taking antihypertensive drugs — X_4	0
Фактор курения — X_5 / Smoking factor — X_5	0
z	4.38
$p(X)$	0.987

Таблица 3. Значения параметров X_{1-5} , z и $p(X)$ у больного с диагнозом «Хроническая церебральная ишемия»
Table 3. Values of X_{1-5} , z и $p(X)$ parameters in a patient with chronic cerebral ischemia

Параметр / Parameter	Значение / Value
Возраст (лет) — X_1 / Age (years) — X_1	59
Стаж (лет) — X_2 / Length of service (years) — X_2	37
ОХС (ммоль/л) — X_3 / TCh (mmol/l) — X_3	4.6
Прием гипотензивных препаратов — X_4 / Taking antihypertensive drugs — X_4	1
Фактор курения — X_5 / Smoking factor — X_5	0
z	-3.31
$p(X)$	0.035

170/100 мм рт. ст. Гипотензивные препараты больной регулярно не принимал. Был осмотрен кардиологом, поставлен диагноз: гипертоническая болезнь — степень 3, АГ — степень 3, риск 4. В анамнезе больного отсутствовал фактор курения. Уровень общего холестерина — 7.5 ммоль/л (табл. 2).

Для данного пациента значение $p(X)$ составило 0.987. Оно превышает 0.6, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у данного больного. Этот пример подтверждает эффективность предлагаемого способа и прогнозирует реальную ситуацию — развитие инсульта у больного.

Пример 2. Больной Н., 59 лет. Стаж работы водителем автобуса — 37 лет. Находился на лечении в клинике профзаболеваний НИИ гигиены. Был осмотрен неврологом. На основании жалоб, данных анамнеза, неврологического осмотра был поставлен диагноз — «Хроническая церебральная ишемия». На момент осмотра АД — 140/80 мм рт. ст. Повышение АД до 180/100 мм рт. ст. в течение 4 лет. Больной проводит контроль АД и регулярно принимает гипотензивные препараты. Был осмотрен кардиологом, диагноз: гипертоническая болезнь — степень 3, АГ — степень 3, риск 3. В анамнезе отсутствует фактор курения. Уровень общего холестерина — 4.6 ммоль/л (табл. 3).

Значение $p(X)$ — 0.035, что меньше 0.6 и свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у больного. Результат совпадает с реальной ситуацией — отсутствием инсульта у пациента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для лиц, работающих в условиях воздействия общей вибрации, установлены прогностически значимые факторы риска развития инсульта: возраст больного, стаж работы на момент развития инсульта, уровень общего холестерина, прием гипотензивных препаратов, наличие в анамнезе фактора курения. Предложенный способ прогнозирования развития инсульта у муж-

pertensive drugs. Was examined by a cardiologist, the diagnosis of hypertensive disease — degree 3, АГ — degree 3, risk 3. There is no history of smoking factor. The level of total cholesterol is 4.6 mmol/l (Table 3).

The $p(X)$ value is 0.035, which is less than 0.6, and indicates a low risk of stroke in the patient. The result coincides with the real situation — the absence of a stroke in the patient.

CONCLUSION

For people working in conditions of exposure to general vibration, prognostically significant risk factors for stroke are established: patient age, length of service at the time of stroke, level of total cholesterol, taking of antihypertensive drugs, history of smoking. The proposed method for predicting the development of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration (bus drivers, BelAZ-75 heavy truck drivers) can be recommended for practical use as part of preventive and periodic medical examinations.

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

An application No. 2019116922 has been submitted to Rospatent. Priority date is 31.05.2019.

чин, работающих в условиях воздействия общей вибрации (водители автобусов, водители большегрузных машин БелАЗ-75), может быть рекомендован к практическому использованию в рамках профилактических и периодических медицинских осмотров.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Подана заявка в Роспатент № 2019116922. Дата приоритета 31.05.2019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sanossian N., Obviagele B. Prevention and management of stroke in very elderly patients // *Lancet Neurol.* 2009. Vol. 8 (11). P. 1031–1041.
2. Лочихина О.А. Клинико-эпидемиологическая характеристика инсульта в РФ: по данным территориально-популяционного регистра: Автореф. ... д-ра мед. наук. М., 2018. 51 с. URL: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01008700078>. Дата обращения: 21.10.2019.
3. Trift A.G., Thayabaranathan T., Howard G. et al. Global stroke statistic // *Int. J. Stroke.* 2017. Vol. 12 (1). P. 13–32. doi: 10.1177/1747493016676285.
4. Rolfs A., Fazekas F., Grittner U. et al. Acute cerebrovascular disease in the young: the Stroke in Young Fabry Patients study // *Stroke.* 2013. Vol. 44 (2). P. 340–349.
5. Демографический ежегодник России. 2017: Стат. сб./ Росстат. М., 2017. 263 с.
6. Vlachopoulos C., Xaplanteris P., Aboyans V. 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. Vol. 241 (2). P. 507–532. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.05.007.
7. Albus C. Psychosocial risk factors: Time for action in the lifelong prevention of coronary heart disease // *Eur. J. Prevent. Cardiol.* 2017. Vol. 24 (13). P. 1369–1370. doi: 10.1177/204748731715770.
8. LaMontagne A.D., Martin A., Page K.M. et al. Workplace mental health: developing an integrated intervention approach // *BMC Psychiatry.* 2014. Vol. 14 (1). P. 131. doi: 10.1186/1471-244X-14-131.
9. Российская энциклопедия по медицине труда / под ред. Н.Ф. Измерова. М.: Медицина, 2005. 656 с.
10. Boulanger C.M., Vanhoutte P.M. The endothelium: a modulator of cardiovascular health and disease // *Endothelium.* 2009. Vol. 3 (4). P. 187–203.
11. Deanfield J., Donald A., Ferri S. Endothelial function and dysfunction. Part I: Methodological issues for assessment in the different vascular beds: A statement by the Working Group on Endothelin and Endothelial Factors of the European Society of Hypertension // *J. Hypertension.* 2005. Vol. 23 (1). P. 7–17.
12. Ермакова М.А., Афтанас Л.И., Шпагина Л.А. Особенности течения артериальной гипертензии у лиц различных профессий в зависимости от индивидуальных психологических характеристик // *Бюл. СО РАМН.* 2014. Т. 34 (4). С. 30–35.
13. Шпагина Л.А., Герасименко О.Н., Дробышев В.А., Кузнецова Г.В. Эндотелиально-гемостазиологические предикторы сердечно-сосудистого риска у пациентов с вибрационной болезнью в сочетании с артериальной гипертензией // *Сиб. мед. вестник.* 2017. № 1. С. 5–8.
14. Подпалов В.П., Манак Н.А., Прокошина Н.Р., Счайливленко А.И. Способ прогнозирования относительного риска развития инфаркта миокарда или инсульта у лица с артериальной гипертензией: патент 17881. Республика Беларусь: МПК: А61В 5/0402, А61В 5/024, G01N 33/50; № а20110022.

REFERENCES

1. Sanossian N., Obviagele B. (2009). Prevention and management of stroke in very elderly patients. *Lancet Neurol.*, 8 (11), 1031–1041.
2. Lochikhina O.A. (2018). *Clinical and epidemiological characteristics of stroke in the Russian Federation: according to the territorial and population register*. Abstract of Dr. Sci. (Med.) thesis. Moscow, 51 p. Retrieved Oct 21, 2019 from URL: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01008700078>. In Russ.
3. Trift A.G., Thayabaranathan T., Howard G. et al. (2017). Global stroke statistic. *Int. J. Stroke*, 12 (1), 13–32. doi: 10.1177/1747493016676285.
4. Rolfs A., Fazekas F., Grittner U. et al. (2013). Acute cerebrovascular disease in the young: the Stroke in Young Fabry Patients study. *Stroke*, 44 (2), 340–349.
5. *Demographic Yearbook of Russia 2017: Statistical compendium* (2017). Moscow, 263 p. In Russ.
6. Vlachopoulos C., Xaplanteris P., Aboyans V. et al. (2015). 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*, 241 (2), 507–532. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.05.007.
7. Albus C. (2017). Psychosocial risk factors: Time for action in the lifelong prevention of coronary heart disease. *Eur. J. Prevent. Cardiol.*, 24 (13), 1369–1370. doi: 10.1177/204748731715770.
8. LaMontagne A.D., Martin A., Page K.M. et al. (2014). Workplace mental health: developing an integrated intervention approach. *BMC Psychiatry*, 14 (1), 131. doi: 10.1186/1471-244X-14-131.
9. Izmerov N.F. (ed.) (2005). *Russian Encyclopedia of Occupational Medicine* (2005). Moscow, 656 p. In Russ.
10. Boulanger C.M., Vanhoutte P.M. (2009). The endothelium: a modulator of cardiovascular health and disease. *Endothelium*, 3 (4), 187–203.
11. Deanfield J., Donald A., Ferri S. (2005). Endothelial function and dysfunction. Part I: Methodological issues for assessment in the different vascular beds: A statement by the Working Group on Endothelin and Endothelial Factors of the European Society of Hypertension. *J. Hypertension*, 23 (1), 7–17.
12. Ermakova M.A., Aftanas L.I., Shpagina L.A. (2014). Peculiarities of the arterial hypertension dynamics depending on occupation and personality. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, 34 (4), 30–35.
13. Shpagina L.A., Gerasimenko O.N., Drobyshev V.A., Kuznetsova G.V. (2017). Endothelial hemostatic predictors of cardiovascular risk in patients with vibration disease in combination with the arterial hypertension. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 1, 3–6.
14. Podpalov V.P., Manak N.A., Prokoshina N.R., Schaylivenko A.I. A method for predicting the relative risk of myocardial infarction or stroke in a person with arterial hypertension: patent 17881. The Republic of Belarus: A61B 5/0402, A61B 5/024, G01N 33/50; No. a20110022. In Russ.

15. 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: патент 2648532, Рос. Федерация; МПК А61В 5/02; № 2017113347.
16. Катаманова Е.В., Нурбаева Д.Ж. Способ выявления ранних признаков поражения нервной системы при воздействии локальной и общей вибрации: патент 2626718, Рос. Федерация; МПК А61В 5/0484; № 2016123627.
17. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) // *J. Hypertens.* 2013. Vol. 31 (7). P. 1281–1357.
18. Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. (от имени экспертов). Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертензии // Системные гипертензии. 2019. Т. 16 (1). С. 6–31. doi: 10.26442/2075082X.2019.1.190179.
19. Олейников С.П., Глазунов И.С., Чазова Л.В. Курение среди мужчин и женщин различных возрастных групп // *Терапевт. арх.* 1981. № 2. С. 5–28.
20. Агibalова Т.В., Тучина О.Д., Шустов Д.И., Мухин А.А., Гуревич Г.Л. Стратегия снижения потребления алкоголя как новая возможность в терапии алкогольной зависимости // Социальная и клин. психиатрия. 2015. Т. 25 (3). С. 61–68.
21. VandenBos G.R. *APA Dictionary of Psychology*. 1st ed. Washington: American Psychological Association, 2007.
15. Nikolayev V.I., Denisenko N.P., Brega A.V., Glazunova G.M. A method for predicting the risk of acute ischemic stroke in patients not older than 50 years with newly diagnosed hypertension: patent 2648532. The Russian Federation; A61B 5/02; No. 2017113347. In Russ.
16. Katamanova E. V., Nurbayeva D.J. Method for detecting early signs of damage to the nervous system under the influence of local and general vibration: patent 2626718: The Russian Federation; A61B 5/0484; No. 2016123627. In Russ.
17. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. (2013). 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J. Hypertens.*, 31 (7), 1281–1357.
18. Chazova I.E., Zhernakova Yu. V. (on behalf of experts) (2019). Clinical recommendations. Diagnosis and treatment of arterial hypertension. *Systemic hypertension*, 16 (1), 6–31. doi: 10.26442/2075082X.2019.1.190179. In Russ.
19. Oleynikov S.P., Glazunov I.S., Chazova L.V. (1981). Smoking among men and women of different age groups. *Therapeutic archive*, 2, 5–28. In Russ.
20. Agibalova T.V., Tuchina O.D., Shustov D.I., Mukhin A.A., Gurevich G.L. (2015). Alcohol use reduction strategy as alternative treatment for alcohol dependence. *Social and Clinical Psychiatry*, 25 (3), 61–68.
21. VandenBos G.R. (2007). *APA Dictionary of Psychology*. 1st ed. Washington: American Psychological Association.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яшникова Мария Викторовна — канд. мед. наук, ассистент кафедры неврологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Потеряева Елена Леонидовна — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; руководитель отдела медицины труда и промышленной экологии ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора России.

Доронин Борис Матвеевич — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Максимов Владимир Николаевич — д-р мед. наук, профессор кафедры медицинской генетики и биологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний НИИ терапии и профилактической медицины — филиала ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН» (Новосибирск).

Чеканов Михаил Николаевич — д-р мед. наук, профессор кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО

ABOUT THE AUTHORS

Yashnikova Maria Viktorovna — Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Neurology Department, Novosibirsk State Medical University.

Poteryaeva Elena Leonidovna — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology, Novosibirsk State Medical University; Head of the Occupational Medicine and Industrial Ecology Department, Novosibirsk Research Institute of Hygiene.

Doronin Boris Matveyevich — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Neurology Department, Novosibirsk State Medical University.

Maksimov Vladimir Nikolayevich — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Medical Genetics and Biology Department, Novosibirsk State Medical University; Head of the Laboratory of Molecular Genetic Studies of Internal Diseases, Research Institute of Internal and Preventive Medicine (Novosibirsk).

Chekanov Mikhail Nikolayevich — Dr. Sci. (Med.), Professor of the General Surgery Department, Novosibirsk State Medical University (Novosibirsk).

Blagitko Evgeniy Mikhaylovich — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Hospital and Pediatric Surgery Department, Novosibirsk State Medical University.

Peshkova Inessa Viktorovna — Dr. Sci. (Med.), Associate Professor of the Anesthesiology and Intensive Care Department n.a. Prof. I.P. Vereshchagin, Novosibirsk State Medical University.

«Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Благитко Евгений Михайлович — д-р мед. наук, профессор кафедры госпитальной и детской хирургии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Пешкова Инесса Викторовна — д-р мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии им. проф. И.П. Верещагина ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Смагин Александр Анатольевич — д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории оперативной лимфологии и лимфодетоксикации НИИ клинической и экспериментальной лимфологии — филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук».

Образец цитирования: Яшникова М.В., Потеряева Е.Л., Доронин Б.М., Максимов В.Н., Чеканов М.Н., Благитко Е.М., Пешкова И.В., Смагин А.А. Способ прогнозирования риска развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации // Journal of Siberian Medical Sciences. 2019. № 4. С. 98–108.

Smagin Aleksandr Anatolyevich — Dr. Sci. (Med.), Professor, Leading Researcher, Laboratory of Operative Lymphology and Lymphodetoxication, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology (Novosibirsk).

Citation example: Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Doronin B.M., Maksimov V.N., Chekanov M.N., Blagitko Ye.M., Peshkova I.V., Smagin A.A. (2019). A method for predicting the risk of stroke in men working under conditions of exposure to general vibration. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 4, 98–108.