

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-365-370>

УДК 613.633:616.12-005.4

© Коллектив авторов, 2021

Панев Н.И., Евсеева Н.А., Филимонов С.Н., Коротенко О.Ю., Данилов И.П.

Система прогнозирования развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», ул. Кутузова, 23, Новокузнецк, Россия, 654041

Введение. Показано, что среди подземных горнорабочих патология сердечно-сосудистой системы встречается значительно чаще, чем у работников на поверхности, что свидетельствует о негативной роли воздействия вредных производственных факторов. Имеются данные о высокой распространенности традиционных факторов риска развития ишемической болезни сердца среди шахтёров с пылевой патологией лёгких. Профилактические мероприятия в отношении ишемической болезни сердца должны быть направлены на своевременное выявление и устранение факторов риска. В связи с этим актуальным является оптимизация методов прогнозирования риска развития ишемической болезни сердца у работников угольных шахт.

Цель исследования — разработать систему прогнозирования вероятности развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом на основе определения наиболее значимых факторов риска.

Материалы и методы. Частота ишемической болезни сердца и её факторов риска изучена у 139 работников основных профессий угольных шахт. Для выявления стенокардии использовали опросник Роуза, суточное мониторирование ЭКГ и велоэргометрию. Изучены показатели липидного обмена, гемостаза, уровень гомоцистеина, С-реактивного белка, гликемии, наличие избыточной массы тела, конституционно-морфологические типы по Рису-Айзенку и Тэннеру. Разработка прогностической системы осуществлялась с применением метода Байеса. Для каждого фактора был вычислен прогностический коэффициент. По значению суммы прогностических коэффициентов определяли вероятность развития ишемической болезни сердца.

Результаты. С наибольшим риском развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом ассоциированы: возраст 45 лет и старше, стаж работы во вредных условиях труда 20 лет и более, наличие артериальной гипертензии, метаболического синдрома, дыхательной недостаточности, андроморфного конституционально-морфологического типа по индексу Тэннера, гипергомоцистеинемии, гиперфибриногенемии, повышение уровней растворимых фибриномономерных комплексов и С-реактивного белка. На основе наиболее значимых факторов риска разработана система прогнозирования вероятности развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом.

Выводы. Разработанная система персонализированного прогнозирования вероятности развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом позволяет выделить группу работников с высоким риском для своевременного проведения для них лечебно-профилактических мероприятий.

Этика. Исследование проведено с соблюдением этических принципов проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации последнего пересмотра.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца; факторы риска; прогнозирование; антракосиликоз; угольная промышленность

Для цитирования: Панев Н.И., Евсеева Н.А., Филимонов С.Н., Коротенко О.Ю., Данилов И.П. Система прогнозирования развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(6): 365–370. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-365-370>

Для корреспонденции: Панев Николай Иванович, начальник научно-клинического отдела медицины труда, ФГБНУ «НИИ КПППЗ», д-р мед. наук. E-mail: panevni@gmail.com

Участие авторов:

Панев Н.И. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание текста;

Евсеева Н.А. — сбор и обработка данных, написание текста;

Филимонов С.Н. — концепция и дизайн исследования, редактирование;

Коротенко О.Ю. — сбор и обработка данных, редактирование;

Данилов И.П. — сбор и обработка данных, редактирование.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 28.04.2021 / Дата принятия к печати: 09.07.2021 / Дата публикации: 07.08.2021

Nikolay I. Panev, Natalya A. Evseeva, Sergey N. Filimonov, Olga Yu. Korotenko, Igor P. Danilov

A system for predicting the development of coronary heart disease in miners with anthracosilicosis

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, 23, Kutuzova Str., Novokuznetsk, Russia, 654041

Introduction. Among underground miners, the pathology of the cardiovascular system is much more common than among workers on the surface, which indicates the negative role of the impact of harmful production factors. There is evidence of a high prevalence of traditional risk factors for the development of coronary heart disease among miners with dust pathology of the lungs. Preventive measures for coronary heart disease exist for the timely detection and elimination of risk factors. In this regard, it is relevant to optimize methods for predicting the risk of developing coronary heart disease in coal mine workers.

The study aims to develop a system for predicting the probability of developing coronary heart disease in miners with anthracosilicosis based on determining the most significant risk factors.

Materials and methods. The experts studied the frequency of coronary heart disease and its risk factors in 139 employees of the primary professions of coal mines. The scientists performed daily ECG monitoring, bicycle ergometry according to the

Rose questionnaire. They also studied the indicators of lipid metabolism, hemostasis, the level of homocysteine, C-reactive protein, glycemia, the presence of excess body weight, constitutional and morphological types according to Rice-Eysenck and Tanner. The experts developed a predictive system using the Bayes method. We calculated a predictive coefficient for each factor. Scientists determined the probability of coronary heart disease by the value of the sum of prognostic coefficients.

Results. Workers aged 45 years and older have the highest risk of developing coronary heart disease. The experience of working in harmful working conditions for 20 years or more, the presence of arterial hypertension, metabolic syndrome, respiratory failure, andromorphic constitutional-morphological type according to the Tanner index, as well as the presence of hyperhomocysteinemia, hyperfibrinogenemia, increased levels of soluble fibrin-monomer complexes and C-reactive protein — all these are the risks of developing coronary heart disease in miners with anthracosilicosis.

Conclusions. The developed system of personalized prediction of the probability of developing coronary heart disease in miners with anthracosilicosis allows us to identify a group of high-risk workers for timely treatment and preventive measures for them.

Ethics. We conducted the study in compliance with the ethical principles of conducting medical research with the participation of a person as a subject, set out in the Helsinki Declaration of the World Medical Association of the last revision.

Keywords: coronary heart disease; risk factors; prognosis; anthracosilicosis; coal industry

For citation: Panev N.I., Evseeva N.A., Filimonov S.N., Korotenko O.Yu., Danilov I.P. A system for predicting the development of coronary heart disease in miners with anthracosilicosis. *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(6): 365–370. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-365-370>

For correspondence: Nikolay I. Panev, the Head of the Scientific and Clinical Department of Occupational Health, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: panevni@gmail.com

Contribution:

Panev N.I. — the concept and design of the study, data collection and processing, writing the text;

Evseeva N.A. — data collection and processing, text writing;

Filimonov S.N. — concept and design of the study, editing;

Korotenko O.Yu. — data collection and processing, editing;

Danilov I.P. — data collection and processing, editing.

Funding. The study had no funding.

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

Received: 28.04.2021 / Accepted: 09.07.2021 / Published: 07.08.2021

Введение. В структуре профессиональной заболеваемости от воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия большая доля принадлежит пневмокониозам [1]. Показано, что среди горнорабочих при подземном способе добычи угля патология сердечно-сосудистой системы встречается значительно чаще, чем у работников на поверхности [2]. Воздействие высоких концентраций кремнийсодержащих частиц связано с большей вероятностью развития ишемической болезни сердца (ИБС), причем в виде острых коронарных событий [3]. Обнаружено, что повышение пылевой нагрузки на организм коррелирует с высоким риском смертности от ИБС [4].

Имеются исследования, свидетельствующие не только о местных эффектах воздействия угольно-породной пыли на структуры бронхолегочной системы, но и о системных — обнаруживаются изменения в миокарде, сосудистой стенке, печени, почках и других органах [5]. Показано, что высокие концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия способствуют развитию сосудистого ремоделирования [6], кардиосклероза [5], сердечной недостаточности [7].

Отмечена негативная роль профессиональных факторов в формировании отклонений функционирования сердечно-сосудистой системы [8]. Кроме того, имеются данные, свидетельствующие о высокой распространённости традиционных факторов риска развития ИБС среди шахтёров с пылевой патологией лёгких — артериальной гипертензии, курения, ожирения, отягощённой наследственности [9]. Показано, что длительное наличие факторов риска ИБС ведёт к более частому развитию сердечно-сосудистых осложнений [10]. В настоящее время существуют шкалы, разработанные на основе традиционных факторов риска, предоставляющие возможность рассчитать риск фатальных сердечно-сосудистых событий [11]. Но в связи с несомненным преимуществом первичной профилактики предпочтение должно отдаваться методикам, позволяющим выявить коронарную патологию ещё на доклиниче-

ской стадии [12]. Поэтому создание оптимального способа прогнозирования риска развития ИБС у работников угольных шахт с антракосиликозом является актуальной проблемой.

Цель исследования — разработать систему прогнозирования вероятности развития ИБС у шахтёров с антракосиликозом на основе определения наиболее значимых факторов риска.

Материалы и методы. Для разработки системы прогнозирования вероятности развития ИБС проведено комплексное клиничко-лабораторное и инструментальное обследование 139 работников основных профессий угольных шахт юга Кузбасса (проходчики, горнорабочие очистного забоя, машинисты горных выемочных машин) с ранее установленным диагнозом антракосиликоза. Все обследованные — мужчины в возрасте от 40 до 54 лет, поступившие в клинику ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» (НИИ КППГЗ) г. Новокузнецка.

Обследование пациентов соответствовало этическим стандартам биоэтического комитета НИИ КППГЗ, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003. Все обследованные лица дали информированное согласие на участие в исследовании.

Диагноз антракосиликоза устанавливался после обследования в клинике НИИ КППГЗ клиничко-экспертной комиссией с использованием Федеральных клинических рекомендаций. Для выявления стенокардии использовали опросник Роуза; для подтверждения ИБС — данные суточного мониторирования ЭКГ на аппарате «Поли-Спектр-СМ» (Россия) и велоэргометрии (использовали компьютерный велоэргометрический комплекс «Поли-

Спектр-Вело/Х» с модулем измерения артериального давления (Россия). Сведения о перенесённом инфаркте миокарда получали из выписок из историй болезни, данных ЭКГ (использовали электрокардиограф трехканальный CARDIOVIT AT-1, Швеция) и ЭхоКГ (проводили на аппарате ALOKA SSD-5500, Япония).

Наличие артериальной гипертензии (АГ) определяли при повышении артериального давления (АД) более 140/90 мм рт. ст. (при двукратном измерении); в исследование не включались случаи симптоматического повышения АД.

Наличие дыхательной недостаточности оценивали по степени насыщения крови кислородом, определяемой с помощью пульсоксиметра «MIROxi» (Италия); проводилось также исследование функции внешнего дыхания на спирографе «SPIROVIT SP-1» (Швеция), с проведением бронходилатационного теста.

Отягощённый семейный анамнез по сердечно-сосудистым заболеваниям учитывался при подтвержденном инфаркте миокарда или ишемическом инсульте у родственников первой линии — у женщин до 65 лет, у мужчин до 45 лет. Табакокурением считали систематическое выкуривание хотя бы одной сигареты в день. Наличие избыточной массы тела (ИМТ) оценивали по индексу Кетле (масса тела (в кг) / длина тела (в кв. м)), при значении индекса от 25 до 29,9 единицы. Абдоминальный тип ожирения диагностировали при значении отношения окружности талии к окружности бёдер (ОТ/ОБ) более 0,9. Метаболический синдром определяли при сочетании абдоминального ожирения, артериальной гипертензии, гипергликемии, дислипидемии. Конституционально-морфологический тип (КМТ) оценивали, рассчитывая индекс Риса-Айзенка (длина тела $\times$ 100 / поперечный диаметр грудной клетки $\times$ 6), при этом гиперстенический КМТ принимался при значении индекса менее 91,9, астенический — более 102,3, нормостенический — при 91,9–102,3. Индекс Тэннера (индекс полового диморфизма) рассчитывался по формуле: плечевой диаметр $\times$ 3 — тазовый диаметр; к гинекоморфному варианту относили при индексе менее 85,1, андроморфному — более 91,2, мезоморфному — при промежуточных значениях индекса.

Биохимическое исследование крови проводилось на автоматическом биохимическом анализаторе Sapphire 400 (Япония) с использованием реактивов АО «Вектор-Бест». Определяли липидный спектр крови, при этом гиперхолестеринемией считали уровень общего холестерина сыворотки выше 5,0 ммоль/л, повышением холестерина липопротеинов низкой плотности (ХСЛПНП) — при уровне ХСЛПНП выше 3,0 ммоль/л, снижением холестерина липопротеинов высокой плотности (ХСЛПВП) — при уровне ХСЛПВП ниже 1,0 ммоль/л, гипертриглицеридемией (ТГ) — при уровне ТГ выше 1,7 ммоль/л; также рассчитывался коэффициент атерогенности (КА) по формуле 1:

$$КА = \text{общий холестерин} - \text{ХСЛПВП} / \text{ХСЛПВП} \quad (1)$$

Повышение КА считали при значении более 3,0 ед. Определяли уровень глюкозы венозной крови натощак (гипергликемией признавали показания 6,1 ммоль/л и выше); С-реактивный белок (СРБ) определяли иммунотурбидиметрическим методом (набор фирмы Human, Германия), при значении выше 3,0 мг/л уровень СРБ считали повышенным. Уровень гомоцистеина определяли ме-

тодом твердофазного конкурентного ИФА на фотометре Multiskan FC (Финляндия), гипергомоцистеинемия признавали при значении выше 15 мкмоль/л.

Показатели гемостазиограммы определялись на анализаторе гемостаза Systemx SA-560 (Япония): при уровне фибриногена более 4,0 г/л признавали гиперфибриногенемия, повышение растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК) — при значении выше 4,0 мг/дл.

При разработке прогностической системы нами применялся метод Байеса для независимых признаков с последовательным анализом Вальда, заключающийся в определении прогностических коэффициентов (ПК) по формуле 2:

$$ПК = 10 \lg (P_1/P_2) \quad (2),$$

где P_1 — частота (в процентах) изучаемого признака у рабочих, имеющих ИБС; P_2 — его частота у рабочих без ИБС с последующей коррекцией с помощью поправочного коэффициента.

ПК с положительным значением увеличивает риск возникновения ИБС, с отрицательным — уменьшает, при этом информативность ПК возрастает с увеличением его абсолютного значения.

Результаты. ИБС была выявлена у 43 (30,94%) обследованных шахтёров, из них 31 человек (22,3%) страдали стенокардией напряжения в основном II функционального класса, у 4 человек (2,88%) выявлены различные формы нарушения ритма сердца ишемического генеза, 4 человека (2,88%) имели в анамнезе перенесённый инфаркт миокарда, у 3 обследуемых (2,16%) диагностирована безболевого ишемия миокарда.

Затем было проведено сравнение всех изучаемых признаков между работниками с антракосиликозом, имеющими и не имеющими ИБС. Обнаружена более высокая частота ряда факторов риска, биохимических и фенотипических маркеров среди больных ИБС. С помощью метода Байеса для независимых признаков и метода последовательного анализа Вальда разработан способ прогнозирования вероятности развития ИБС у шахтёров с антракосиликозом по факторам риска, биохимическим маркерам и некоторым конституционально-морфологическим признакам. Ряд признаков, изученных у рабочих, оказался неинформативным (ПК=0). Все значимые факторы приведены в таблице (таблица).

Оказалось, что с наибольшим риском развития ИБС у шахтёров с антракосиликозом ассоциированы: возраст 45 лет и старше, стаж работы во вредных условиях труда 20 лет и более, наличие артериальной гипертензии, метаболического синдрома, дыхательной недостаточности, андроморфного конституционально-морфологического типа по индексу Тэннера, гипергомоцистеинемии, гиперфибриногенемии, повышение уровней РФМК и СРБ. С протекторным действием связаны: возраст моложе 45 лет, стаж работы во вредных условиях труда менее 20 лет, отсутствие АГ и метаболического синдрома, дыхательной недостаточности, нормальный уровень гомоцистеина, фибриногена, РФМК, СРБ, наличие мезоморфного и гинекоморфного КМТ по Тэннеру.

Оценка риска развития ИБС осуществляется следующим образом: обследование проводится однократно, определяют 10 маркеров по указанным выше методикам, данные анализируются с помощью таблицы. Работа

Таблица прогнозирования вероятности развития ишемической болезни сердца у шахтёров с антракосиликозом
Table of predicting the probability of developing coronary heart disease in the miners with anthracosilicosis

Фактор риска	Значение	P_1 (%)	P_2 (%)	Прогностический коэффициент
Возраст	До 45 лет	14,0	24,0	-2
	45 лет и старше	86,0	76,0	+1
Стаж работы во вредных условиях труда	До 20 лет	4,7	15,6	-5
	20 лет и более	95,3	84,4	+1
Артериальная гипертензия	Есть	58,1	35,4	+2
	Нет	41,9	64,6	-2
Метаболический синдром	Есть	20,9	6,3	+5
	Нет	79,1	93,8	-1
Наличие дыхательной недостаточности	Есть	88,4	61,5	+2
	Нет	11,6	38,5	-5
Гипергомоцистеинемия	Есть	27,9	10,4	+4
	Нет	72,1	89,6	-1
С-реактивный белок	Выше 2,0 г/л	60,5	37,5	+2
	Равно или ниже 2,0 г/л	39,5	62,5	-2
Гиперфибриногенемия	Есть	46,5	25,0	+3
	Нет	53,5	75,0	-1
Уровень растворимых фибрин-мономерных комплексов	Выше 4,0 мг/дл	20,9	10,4	+3
	Равен или ниже 4,0 мг/дл	79,1	89,6	-1
Конституционально-морфологический тип по Тэннеру	Андроморф	46,5	27,1	+2
	Мезоморф	46,5	58,3	-1
	Гинекоморф	7,0	14,6	-3

с таблицей состоит в сложении всех ПК с учётом знака. При значении суммы больше +5 прогнозируется высокий риск развития ИБС для конкретного человека, при сумме меньше -5 баллов степень риска незначительна. При промежуточных значениях прогноз неопределённый.

На основе анализа полученных данных разработана персонализированная прогностическая система, которая включает в себя: сбор анамнеза (возраст, стаж работы во вредных условиях труда), клинико-лабораторное и инструментальное обследование для определения наличия или отсутствия артериальной гипертензии, дыхательной недостаточности, метаболического синдрома, антропометрические замеры для определения КМТ по Тэннеру, забор крови с определением показателей системы гемостаза, уровня СРБ, гомоцистеина и последующее математическое моделирование (расчет суммы прогностических коэффициентов по разработанной прогностической таблице с итоговым формированием персонализированного прогноза вероятности развития ИБС).

Примеры использования данной прогностической системы в практике работы профпатологического отделения № 1 клиники НИИ КППГЗ:

1) Шахтёр Т., 53 года, горнорабочий очистного забоя, стаж работы во вредных условиях труда — 27 лет, антракосиликоз без дыхательной недостаточности диагностирован в клинике НИИ КППГЗ. В связи с отсутствием дыхательной недостаточности продолжает работать. Клиники стенокардии нет. Проведённое обследование, в том числе суточное мониторирование АД, данных за АГ не выявило.

Метаболического синдрома нет, липидный обмен, уровень гомоцистеина, СРБ, фибриногена, РФМК — в норме. Мезоморфный конституционально-морфологический тип по индексу Тэннера.

Сумма ПК, согласно последовательности, приведенной в **таблице**: $+1+1-2-1-5-1-2-1-1-1=-12$ баллов, что значительно меньше -5 баллов. Следовательно, Т. является устойчивым к возникновению ИБС.

Проведённое в клинике НИИ КППГЗ обследование Т. с использованием ЭКГ, эхокардиографии, велоэргометрии, холтеровского мониторирования ЭКГ не выявило признаков ИБС.

2) Шахтёр К., 52 года, работает проходчиком, стаж работы во вредных условиях труда — 26 лет. Антракосиликоз без дыхательной недостаточности диагностирован в клинике НИИ КППГЗ. В связи с отсутствием дыхательной недостаточности продолжает работать. Последние 8 месяцев отмечает появление приступов за грудиной более сжимающего характера (стенокардии) при быстрой ходьбе, которые проходят в покое через 3-5 минут. В поликлинику по месту жительства с данными жалобами не обращался.

Проведённое обследование выявило наличие АГ, метаболического синдрома. Были выявлены также гиперфибриногенемия, повышение уровня РФМК и СРБ. Гипергомоцистеинемии нет. Мезоморфный конституционально-морфологический тип по индексу Тэннера.

Сумма ПК, согласно последовательности, приведенной в таблице: $+1+1+2+5-5-1+2+3+3-1=+10$ баллов. По-

сколькo она значительно выше +5 баллов, для шахтёра К. реализовался высокий риск развития ИБС.

Проведенная велоэргометрия подтвердила диагноз стенокардии II функционального класса. Рекомендовано обследование в кардиоцентре с проведением коронарографии.

Обсуждение. В литературе описано несколько методов прогнозирования риска развития ИБС. Например, представлен способ оценки степени риска на основе виртуальных информационных технологий путём анализа кардиогенов, влияющих на развитие факторов риска [13].

Имеется прогностическая модель, основанная на оценке лабораторных маркеров (гомоцистеин, фолиевая кислота, витамин B12, СРБ, показатели липидного спектра, D-димер, фибриноген), традиционных факторов риска (АГ, сахарный диабет, ожирение, курение, пол, возраст) и генетических маркеров, что улучшает прогностическую значимость скрининга ИБС [14]. Недостатком данной методики является высокая стоимость и трудоёмкость проведения генетических исследований, в связи с этим — сложность внедрения способов для широкого применения.

На основе анализа некоторых распространенных традиционных факторов риска (избыточная масса тела, дислипидемия, курение, уровень инсулина, СРБ) предложен математический калькулятор, позволяющий рассчитать риск развития нефатального инфаркта миокарда [15]. Недостатком этого способа является отсутствие учёта некоторых факторов риска развития ИБС (возраст, коронарный тип личности, изменения показателей гемостаза, варианты групп крови, гипергомоцистеинемия, уровень воспалительных маркеров), имеющих, по современным представлениям, важное значение в развитии ИБС.

Описан способ прогнозирования вероятности развития атеросклероза у шахтёров с антракосиликозом, основанный на определении возраста, КМТ по Рису-Айзенку и Тэннеру, отношения окружности талии к окружности бёдер более 0,9, наличия АГ, сахарного диабета, отягощённой наследственности по ИБС, табакокурения, метаболического синдрома, дыхательной недостаточности, гиперхолестеринемии, повышения уровня ХСЛПНП, снижения уровня ХСЛПВП, повышения КА, наличия гипертриглицеридемии, гипергомоцистеинемии, гиперфибриногенемии, повышения уровня С-реактивного белка, на исследовании групп крови систем АВ0, резус, MN [16]. В вышеуказанном способе прогнозирования не учтён стаж работы во вредных условиях труда, имеющий большое значение в развитии ИБС у шахтёров [17]. Также не определялся уровень РФМК, играющих важную роль в развитии ком-

пенсированного внутрисосудистого свёртывания крови и способствующих развитию ИБС. Данный способ применим для прогнозирования развития атеросклероза в целом — не только коронарных, но и экстракраниальных и периферических артерий, что не позволяет использовать его для отдельного прогнозирования ИБС, клинически наиболее значимой патологии.

Известен способ прогнозирования ИБС у горнорабочих с антракосиликозом, учитывающий наличие сахарного диабета, АГ, избыточного потребления соли, гиподинамии, ранней седины, облысения, групп крови АВ0 и резус, КМТ по Рису-Айзенку и Тэннеру, индекс избыточной массы тела, соотношение окружности талии и бёдер более 0,9 и другие признаки (всего 20) [18]. К недостаткам данного способа прогнозирования можно отнести недооценку учёта таких высокоинформативных маркеров риска, как длительный стаж работы в подземных пылевых условиях, возраст, наличие дыхательной недостаточности, нарушений гемостаза, повышенный уровень СРБ и гомоцистеина.

Используемые методы прогнозирования сердечно-сосудистой патологии, основанные на анализе традиционных факторов риска, не всегда достаточно эффективны у работающих во вредных условиях труда, потому что длительное влияние вредных производственных факторов и развитие профессиональной патологии лёгких может модифицировать факторы риска. Это было учтено авторами при разработке персонифицированной системы прогнозирования ИБС у шахтёров с антракосиликозом.

Выводы:

1. Наиболее значимыми факторами риска развития ИБС у шахтёров с антракосиликозом являются: возраст 45 лет и старше, стаж работы во вредных условиях труда 20 лет и более, наличие артериальной гипертензии, метаболического синдрома, дыхательной недостаточности, андроморфного КМТ по индексу Тэннера, гипергомоцистеинемии, гиперфибриногенемии, повышение уровней РФМК и СРБ, а с протекторным действием связаны: возраст моложе 45 лет, стаж работы во вредных условиях труда менее 20 лет, отсутствие АГ, метаболического синдрома, дыхательной недостаточности, нормальный уровень гомоцистеина, фибриногена, РФМК, СРБ, наличие мезоморфного и гинекоморфного КМТ по Тэннеру.

2. Разработанная система персонифицированного прогнозирования вероятности развития ИБС у шахтёров с антракосиликозом позволяет выделить группу работников с высоким риском с целью своевременного проведения профилактических мероприятий.

Список литературы

- Попова А.Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации. *Мед. труда и экол. человека*. 2015; (3): 7–13.
- Lai Z., Wang X., Tan H., Huang Y., Lu C. Effect of underground work on cardiovascular system in coal miners. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2015; 40(10): 1103–8. <https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2015.10.008>
- Pope C.A., Muhlestein J.B., Anderson J.L., Cannon J.B., Hales N.M., Meredith K.G. et al. Short-term exposure to fine particulate matter air pollution is preferentially associated with the risk of ST-segment elevation acute coronary events. *J Am Heart Assoc*. 2015; 4(12): e002506. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002506>
- Landen D.D., Wassell J.T., McWilliams L., Patel A. Coal dust exposure and mortality from ischemic heart disease among a cohort of U.S. coal miners. *Am J Ind Med*. 2011; 54(10): 727–33. <https://doi.org/10.1002/ajim.20986>
- Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Бондарев О.И., Шавцова Г.М. Системные морфологические изменения, ассоциированные с динамикой развития пневмокониоза. *Мед. в Кузбассе*. 2017; 16(4): 68–73.
- Zelko I.N., Zhu J., Ritzenthaler J.D., Roman J. Pulmonary hypertension and vascular remodeling in mice exposed to crystalline silica. *Respir Res*. 2016; 17: 160. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0478-5>
- Yen C.-M., Lin C.-L., Lin M.-C., Chen H.-Y., Lu N.-H., Kao C.-H.

- Pneumoconiosis increases the risk of congestive heart failure. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(25): e3972. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000003972>
8. Измеров Н.Ф., Сквирская Г.П. Условия труда как фактор риска развития заболеваний и смертности от сердечно-сосудистой патологии. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2005; (2): 14–20.
 9. Филимонов С.Н., Горбатовский Я.А., Станкевич Н.Г., Панев Н.И., Батарина Н.В., Федосеева Н.В. и др. Оценка значимости некоторых факторов риска для профилактики ИБС у шахтеров с пылевой патологией легких. *Мед. в Кузбассе*. 2006; (55): 115–7.
 10. Матвеева С.А. Своевременная оценка факторов риска ишемической болезни сердца — основа профилактики её осложнений. *Клин. мед.* 2012; 90(11): 19–23.
 11. Снимщикова К.В., Колычева К.С. Использование шкалы SCORE для выявления риска развития фатальных сердечно-сосудистых осложнений у пациентов на этапе первичной медико-санитарной помощи. *Бюллетень медицинских Интернет-конференций*. 2018; 8(8): 336.
 12. Димов А.С., Максимов Н.И., Тухватулина И.М., Стародубцев И.Б., Димова Л.А. *Способ диагностики ранних стадий ишемической болезни сердца*: пат. 2250070 Рос. Федерация: МПК51 А 61 В 5/02; № 2003121257/14
 13. Ефремова О.А., Никитин В.М., Чурносоев М.И., Камышников А.А., Липунова Е.А., Муромцев В.В. Виртуальный способ оценки риска развития ишемической болезни сердца у носителей полиморфных кардиогенов. *Науч. ведомости БелГУ. Серия: Мед. Фармация*. 2016; 36(26): 76–82.
 14. Назаренко Г.И., Клейменова Е.Б., Гушина Н.Н. Лабораторные и генетические маркеры в стратификации риска ишемической болезни сердца. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2009; 8(1): 35–41.
 15. Суспицына И.Н., Сукманова И.А. Факторы риска и прогнозирование развития инфаркта миокарда у мужчин различных возрастных групп. *Рос. кардиол. ж.* 2016; 21(8): 58–63. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2016-8-58-63>
 16. Панев Н.И., Захаренков В.В., Коротенко О.Ю., Филимонов С.Н., Панев Р.Н., Гафаров Н.И. и др. Диагностические особенности развития атеросклероза у шахтеров с антракосиликозом. *Мед. труда и пром. экол.* 2016; (5): 16–20.
 17. Панев Н.И., Филимонов С.Н., Коротенко О.Ю., Панев Р.Н., Панева Н.Я. Разработка новой медицинской технологии прогнозирования риска развития ишемической болезни сердца у работников основных профессий угольной промышленности. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2019; 4(3): 52–7. <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.3.7>
 18. Филимонов С.Н., Станкевич Н.Г., Панев Н.И. *Способ прогнозирования риска развития ишемической болезни сердца у рабочих с антракосиликозом*: пат. 2210304 Рос. Федерация: МПК51 А 61 В 5/02; № 2002106804/14

References

1. Popova A.Yu. Working conditions and morbidity in the Russian Federation. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2015; (3): 7–13 (in Russian).
2. Lai Z., Wang X., Tan H., Huang Y., Lu C. Effect of underground work on cardiovascular system in coal miners. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2015; 40(10): 1103–8 <https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2015.10.008>
3. Pope C.A., Muhlestein J.B., Anderson J.L., Cannon J.B., Hales N.M., Meredith K.G. et al. Short-term exposure to fine particulate matter air pollution is preferentially associated with the risk of ST-segment elevation acute coronary events. *J Am Heart Assoc*. 2015; 4(12): e002506. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002506>
4. Landen D.D., Wassell J.T., McWilliams L., Patel A. Coal dust exposure and mortality from ischemic heart disease among a cohort of U.S. coal miners. *Am J Ind Med*. 2011; 54(10): 727–33. <https://doi.org/10.1002/ajim.20986>
5. Mikhailova N.N., Bugaeva M.S., Bondarev O.I., Shavtsova G.M. Systemic morphological changes associated with the dynamics of pneumoconiosis. *Meditsina v Kuzbasse*. 2017; 16(4): 68–73 (in Russian).
6. Zelko I.N., Zhu J., Ritzenthaler J.D., Roman J. Pulmonary hypertension and vascular remodeling in mice exposed to crystalline silica. *Respir Res*. 2016; 17: 160. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0478-5>
7. Yen C.-M., Lin C.-L., Lin M.-C., Chen H.-Y., Lu N.-H., Kao C.-H. Pneumoconiosis increases the risk of congestive heart failure. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(25): e3972. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000003972>
8. Ismerov N.P., Skvirskaia G.P. Work conditions as risk factors of morbidity and mortality development due to cardiovascular pathologies. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2005; (2): 14–20 (in Russian).
9. Filimonov S.N., Gorbatsvskij Ya.A., Stankevich N.G., Panev N.I., Batarina N.V., Fedoseeva N.V. et al. Assessment of the significance of some risk factors for the prevention of coronary artery disease in miners with dusty lung pathology. *Meditsina v Kuzbasse*. 2006; (55): 115–7 (in Russian).
10. Matveeva S.A. Timely estimation of risk factors of coronary heart disease as a basis of prevention of its complications. *Klinicheskaya meditsina*. 2012; 90(11): 19–23 (in Russian).
11. Snimshchikova K.V., Kolycheva K.S. Use of the SCORE scale to assess the risk of fatal cardiovascular complications in primary care patients. *Byulleten' meditsinskikh Internet-konferentsiy*. 2018; 8(8): 336 (in Russian).
12. Dimov A.S., Maksimov N.I., Tikhvatulina I.M., Starodubtsev I.B., Dimova L.A. *Method for diagnosing early stages of coronary heart disease*. Patent № 2250070; 2005 (in Russian).
13. Efremova O.A., Nikitin V.M., Churnosov M.I., Kamyschnikova L.A., Lipunova E.A., Muromtsev V.V. Risk virtual method assessment of coronary heart disease in carriers of polymorphic cardiogenic. *Nauchnye ведомosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*. 2016; 36(26): 76–82 (in Russian).
14. Nazarenko G.I., Kleymenova E.B., Gushchina N.N. Laboratory and genetic markers in coronary risk stratification. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2009; 8(1): 35–41 (in Russian).
15. Suspitsina I.N., Sukmanova I.A. Risk factors and prediction of myocardial infarction in males of different age. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal*. 2016; 21(8): 58–63. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2016-8-58-63> (in Russian).
16. Panev N.I., Zakharenkov V.V., Korotenko O.Yu., Filimonov S.N., Panev R.N., Gafarov N.I. et al. Diagnostic features of atherosclerosis development in miners having anthracosilicosis. *Med. truda i prom. ekol.* 2016; (5): 16–20 (in Russian).
17. Panev N.I., Filimonov S.N., Korotenko O.Yu., Panev R.N., Paneva N.Ya. Elaboration of new medical technology for predicting the risk of ischemic heart disease in the workers of the coal industry. *Acta Biomedica Scientifica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2019; 4 (3): 52–7. <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.3.7> (in Russian).
18. Filimonov S.N., Stankevich N.G., Panev N.I. *Method for predicting the risk of ischemic cardiac disease development in patients with anthracosilicosis*. Patent № 2210304; 2002 (in Russian).