

DOI: 10.12731/wsd-2017-4-2-74-90

УДК 616.12 - 008.331

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГНОЗЕ РАЗВИТИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ТЕЧЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ У ЖЕНЩИН

Яскевич Р.А., Москаленко О.Л.

Цель. Изучение возможности применения методов математического моделирования для прогноза клинического течения артериальной гипертензии у женщин.

Материалы и методы. Обследовано 84 женщины в возрасте 20–60 лет (средний возраст 45,3 лет). Обследование включало клинические, инструментальные и лабораторные методы исследования. В качестве математической основы использовалась методика структуризации и анализа разнотипных статистических данных в условиях непараметрической неопределенности.

Результаты. В ходе проведенного исследования по результатам математического моделирования, с применением методики распознавания образов, был сформирован индивидуальный набор признаков (факторов риска) из перечня показателей, обуславливающих риск развития прогнозируемого состояния (осложненное течение АГ), что позволило построить прогнозные номограммы, на которых выделены области низкого, среднего и высокого риска неблагоприятного течения АГ у женщин, что не только позволит рассчитать степень риска, но и определить параметры необходимого изменения уровня управляемых факторов риска, определяющих нахождение в зоне высокого риска, и, воздействуя на них проводить профилактические мероприятия. Установлено, что на клиническое течение АГ у женщин оказывает влияние повышение показателей инсулинемии, тощаковой и постпрандиальной гликемии, ИМТ, ОХС, уровня АД, то есть, симптомокомплекс метаболического синдрома.

Заключение. Использование метода реструктуризации и анализа разнотипных статистических данных в условиях непараметрической неопределенности позволяет прогнозировать и оценить тяжесть кли-

нического течения АГ у женщин. Наиболее значимыми факторами, влияющими на тяжесть клинического течения АГ у мужчин, являются показатели инсулинемии, гликемии, ИМТ, ОХС, уровни АД.

Ключевые слова: артериальная гипертензия; прогноз; математическое моделирование.

APPLICATION OF METHODS OF MATHEMATICAL MODELING IN THE FORECAST OF DEVELOPMENT OF ADVERSE CURRENT OF ARTERIAL HYPERTENSION IN WOMEN

Yaskevich R.A., Moskalenko O.L.

The purpose of the study. Studying the possibility of using mathematical modeling methods for predicting the clinical course of arterial hypertension in women.

Materials and methods. 84 women aged 20–60 years (mean age 45,3 years) were examined. The survey included clinical, instrumental and laboratory methods of investigation. As a mathematical basis, we used a technique for structuring and analyzing heterogeneous statistical data under conditions of nonparametric uncertainty.

Results. In the course of the conducted research on the results of mathematical modeling, using the pattern recognition technique, an individual set of signs (risk factors) was formed from the list of indicators that predetermined the risk of development of the predicted state (complicated course of hypertension), which made it possible to construct forecast nomograms, medium and high risk of adverse course of AH in women, which will not only allow us to calculate the degree of risk, but also to determine the parameters of the required change of the level of managed risk factors that determine the presence in a high-risk zone, and, by influencing them to carry out preventive measures. It was found that the clinical course of hypertension in women is influenced by an increase in insulinemia, fasting and postprandial glycemia, BMI, OXC, and blood pressure, that is, a simtomocomplex of the metabolic syndrome.

The conclusion. The use of the method of restructuring and analysis of heterogeneous statistical data in conditions of non-parametric uncertainty makes it possible to predict and evaluate the severity of the clinical course of AH in women. The most significant factors affecting the severity of the clinical course

of hypertension in men are the indicators of insulinemia, glycemia, BMI, OXC, blood pressure levels.

Keywords: *arterial hypertension; predict; mathematical modeling.*

Введение: Несмотря на некоторый прогресс в профилактике и лечении хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), болезни системы кровообращения (БСК) остаются ведущей причиной заболеваемости, инвалидности и смертности во многих странах мира, в том числе и в России [13, с. 55–57; 14, с. 328; 20, с. 94–96; 21, с. эл. ресурс; 27, с. 138]. В формировании стратегии профилактики сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) изучение особенностей распространенности и выраженности факторов риска (ФР) ССЗ среди населения является одним из ключевых вопросов. Вместе с тем необходимо учитывать региональные особенности при разработке эффективных систем скрининга и контроля факторов риска среди населения различных регионов страны и в том числе среди жителей Сибири и Крайнего Севера [5, с. 23–25; 13, с. 55–57; 14, с. 328; 20, с. 94–96]. А разработка и внедрение в клиническую практику эффективных средств их первичной и вторичной профилактики, в том числе с использованием средств вычислительной техники, позволит эффективно воздействовать на эти факторы и снизить риск развития самого заболевания или риск его неблагоприятного течения [9, с. 18; 16, с. 393–407; 24, с. 79–81; 26, с. 672–677; 29, с. 157–162].

Вопросам разработки прогноза развития различных заболеваний и патологических состояний за последнее время посвящено множество исследований [3, с. 19; 4, с. 158–167; 17, с. эл.ресурс; 18; эл.ресурс], в том числе и прогнозу развития и клинического течения ССЗ [22, 23, 25, 28]. Как правило в большинстве случаев используются линейные, статистические математические прогнозные модели, основанные на подсчете баллов или прогностических индексов, представляющих сумму условных цифровых оценок признаков, влияющих на прогноз. Однако в плане информативности и повышения точности прогноза, предпочтительней построение динамических рядов признаков, полученных в различные временные периоды [6, с. 382; 7, с. 174; 8, с. 270].

Лапко А.В. с соавт. (1996 г.) для разработки прогноза развития нарушений углеводного обмена у коренных жителей Севера в качестве математической основы применили непараметрические алгоритмы распознавания образов [8]. Поликарпов Л.С. с соавт. (2005 г.) также применили непараметрические алгоритмы распознавания образов для создания системы

прогноза метеотропных реакций у больных гипертонической болезнью (ГБ) [12]. Графическая интерпретация критериев прогноза уровней осложнений ССЗ по значениям климатических факторов была представлена в виде номограмм. Каждая номограмма соответствовала определенной форме осложнений, где были выделены зоны низкого и высокого риска.

В экологических условиях Севера и Сибири осложнение заболеваний сердечно-сосудистой системы в значительной степени определяется действием экстремальных климатических факторов. Однако задача количественного прогноза метеотропных осложнений заболеваний сердечно-сосудистой системы для районов Севера и Сибири до сих пор не решена, что и определяет медико-социальную значимость этой проблемы и обуславливает потребность в её изучении.

Цель исследования: Изучение возможности применения непараметрических алгоритмов распознавания образов для прогноза развития неблагоприятного течения (с высоким риском развития ИБС и мозгового инсульта) артериальной гипертонии у женщин.

Материалы и методы: В обследовании приняли участие 84 женщины, г. Красноярск в возрасте 20–60 лет (средний возраст 45,33 [44,19–46,47] лет). В группе обследованных лиц с артериальной гипертонией было 54 чел. (средний возраст 46,91 [45,46–48,35] лет), а в группе контроля – 30 чел. (средний возраст 42,50 [41,07–43,93] лет) с нормальными уровнями АД.

Клиническое обследование больных включало врачебный осмотр, анкетирование, двукратное измерение артериального давления, эхокардиографию, электрокардиографию, суточное мониторирование ЭКГ. Лабораторное обследование включало определение уровней липидов крови, иммунореактивного инсулина (ИРИ), проведение перорального глюкозотолерантного теста (ПГТТ).

В качестве математической основы выбрана методика структуризации и анализа разнотипных статистических данных в условиях непараметрической неопределенности [6, с. 382; 7, с. 174; 8, с. 270]. В отличие от известных аналогов преимущество предлагаемых алгоритмов классификации объясняется их математической обоснованностью и высокой вычислительной эффективностью, что позволяет с достаточно высокой достоверностью обнаруживать скрытые медико-биологические закономерности при малом уровне исходной информации. Использование данной методики осуществлялось при помощи программных средств, разработанных в Институте вычислительного моделирования СО РАН г. Красноярск под руководством д.т.н., проф. Лапко А.В.

Программные модули обеспечивают возможность распознавания образов при ограниченном объеме обучающей выборки, оценивая вероятности ошибки распознавания образов, формирования наборов информативных признаков и оформления результатов классификации в многомерном пространстве признаков в виде последовательности таблиц, номограмм.

Результаты и обсуждение: Исходя из поставленной цели исследования у обследованных женщин были проанализированы факторы риска, которые могут обуславливать высокий риск развития осложненное течение АГ. Основываясь на данные проведенных ранее исследований [10, с. 66–74; 15, с. 481], в которых было установлено, что метаболические нарушения играют несомненную роль в становлении и прогрессировании АГ и часто предшествуют повышению АД, а пациенты, у которых гипертония сочетается с метаболическими расстройствами, представляют группу высокого риска развития осложнений, был определен набор признаков (факторов риска) из перечня показателей, обуславливающих риск развития прогнозируемого состояния (осложненное течение АГ) (табл. 1).

Таблица 1.

Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование

Показатель	Женщины с АГ (n=54)	Женщины без АГ (n=30)	<i>p</i>
Возраст (лет)	46,91 [45,46 – 48,35]	42,50 [41,07 – 43,93]	<i>p</i> <0,001
Уровни АД (мм рт.ст.)			
САД	160,70 [155,96 – 165,45]	111,80 [106,40 – 117,20]	<i>p</i> <0,001
ДАД	100,29 [97,64 – 102,95]	77,03 [74,13 – 79,94]	<i>p</i> <0,001
ЧСС (уд. в мин.)	73,50 [70,66 – 76,33]	71,63 [69,37 – 73,89]	<i>p</i> >0,05
Гликемия (ммоль/л)			
натощак	4,39 [4,07 – 4,73]	3,96 [3,58 – 4,33]	<i>p</i> >0,05
через 1 ч	6,93 [6,39 – 7,48]	5,52 [4,91 – 6,12]	<i>p</i> <0,001
через 2 ч	5,15 [4,53 – 5,76]	4,27 [3,92 – 4,63]	<i>p</i> <0,05
Инсулин (мкед/мл)			

Окончание табл. 1.

натощак	13,52 [8,73 – 18,31]	6,40 [0,17 – 12,63]	p<0,05
через 1 ч	66,2808 [53,19 – 79,37]	34,26 [12,56 – 55,95]	p<0,05
через 2 ч	38,87 [24,89 – 52,85]	13,06 [4,15 – 21,96]	p>0,05
Общий холестерин (ммоль/л)	5,57 [5,09 – 6,05]	4,72 [4,50 – 4,93]	p<0,05
Индекс массы тела (кг/м²)	31,37 [29,66 – 33,07]	25,70 [24,10 – 27,31]	p<0,001
Индекс массы тела (%)			
< 25 кг/м ²	11,1	40	p<0,05
≥ 25кг/м ² ≤ 29 кг/м ²	33,3	43,3	p<0,05
≥ 30 кг/м ²	55,6	16,7	p<0,001
Употребления алкоголя (%)			
Не употребляют	22,2	13,3	p>0,05
1 раз в месяц и менее	25,9	86,7	p>0,05
1 раз в неделю и более	1,9	0	p>0,05
Курение (%)			
Не курит	98,2	100	p>0,05
Курит	1,8	0	p>0,05
Наследственность			
Отягощена	76	46,7	p<0,05
Не отягощена	24	53,3	p<0,05

Далее, с применением методики распознавания образов проводился многомерный анализ взаимосвязи между исследуемыми состояниями S (S1-нормальное и S2-осложненное клиническое течение АГ) и выраженностью факторов риска ССЗ осложняющих клиническое течение АГ. Математический анализ результатов обследования по построенной математической модели выявил различия между исследуемыми состояниями S и выраженностью показателей углеводного и липидного обменов таких ФР, как гиперинсулинемия, нарушенная толерантность к углеводам (НТУ), гиперхолестеринемия (ГХС), избыточная масса тела (ИзМТ).

Наиболее информативным, давшим наименьшую ошибку распознавания образов, оказался следующий набор признаков: систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД), индекс массы тела (Кетле) (ИМТ), уровень общего холестерина сыворотки крови (ОХС), уро-

вень глюкозы натощак и через 2 часа после нагрузки глюкозой в ходе ПГТТ. Данные, полученные в результате математического моделирования, представленные в виде прогнозных номограмм, позволили графически отобразить области распределения состояний низкого и высокого риска осложнённого течения АГ у женщин. Подобные показатели, с высокой информативностью, были определены ранее и при обследовании мужчин [25].

Из полученного набора прогнозных номограмм, в качестве примера представлены номограммы (рис.1-2), отражающие влияние на клиническое течение АГ уровней САД и ДАД, величин ИМТ, тощачковой и постпрандиальной гликемии, ОХС.

Анализ номограмм, отражающих влияние ОХС на прогноз развития осложненного течения АГ в зависимости от тощачковой глюкозы и ДАД, показал, что область низкого риска при уровне ДАД 90–99 мм рт.ст. располагалась среди значений ОХС < 4,5 ммоль/л и уровня тощачковой глюкозы < 5,0 ммоль/л. Увеличение значений ДАД от 100 до 110 мм рт.ст. увеличивало область высокого риска и смещало границу между состояниями S в сторону значений тощачковой глюкозы < 5,25 ммоль/л и значений ОХС < 5,25 ммоль/л. Дальнейшее увеличение уровня ДАД от 110 мм рт.ст. и выше при значениях гликемии 5,5 ммоль/л приводит к расширению области высокого риска за счет уменьшения уровня ОХС до 5,5 ммоль/л (рис. 1).

Подобные закономерности были установлено и при влиянии ОХС на прогноз развития осложненного течения АГ в зависимости от постпрандиальной гликемии у женщин с АГ при различных значениях ДАД. Установлено, что область низкого риска располагалась среди значений ОХС < 5 ммоль/л и глюкозы < 5,5 ммоль/л при уровне ДАД 90–99 мм рт.ст. При дальнейшем увеличении ДАД от 100 до 110 мм рт.ст. величина неблагоприятных значений гликемии и ОХС не менялась. Однако при значениях ДАД выше 110 мм рт.ст. расширялась область высокого риска за счет уменьшения значений ОХС до 4,5 ммоль/л, при тех же значениях постпрандиальной гликемии.

Анализ номограмм, отражающих влияние тощачковой глюкозы в зависимости от ИМТ на прогноз развития осложненного течения АГ при различных значениях ДАД, показал, что область низкого риска располагалась среди значений глюкозы натощак < 5,5 ммоль/л и ИМТ < 25,0 кг/м² при уровне ДАД 90–99 мм рт.ст. При увеличении ДАД в пределах от 100 до 110 мм рт.ст. увеличивалась область высокого риска, смещающая

границу между состояниями S в сторону более низких значений глюкозы натощак (5,0 ммоль/л), при этом величина неблагоприятных значений ИМТ не изменялась. Последующее увеличение ДАД от 110 до 120 мм рт.ст. смешало границу в сторону более низких значений глюкозы (4,5 ммоль/л) не меняя величину ИМТ. При увеличении значений ДАД выше 120 мм рт.ст. отмечается смещение границы в сторону более низких показателей ИМТ до 23,0 кг/м², при этом величина неблагоприятных значений глюкозы натощак не менялась.

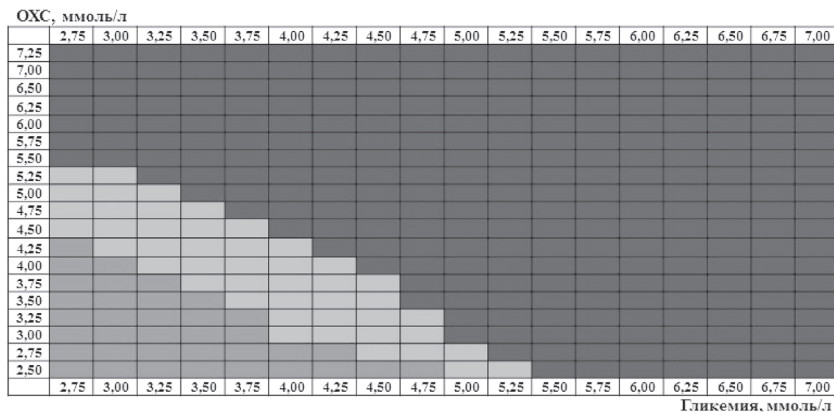
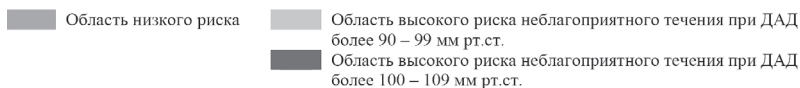


Рис. 1. Прогнозная номограмма тяжести течения АГ у женщин в зависимости от уровней АД, общего холестерина сыворотки крови и тощаковой гликемии



Проанализировано влияние постпрандиальной гликемии при различных значениях ДАД на прогноз в зависимости от ИМТ (рис. 2). При уровнях постпрандиальной гликемии < 6 ммоль/л область низкого риска при ДАД менее 100 мм рт.ст. располагалась в области значений ИМТ < 24,0 кг/м². При увеличении показателей ДАД выше 100 мм рт.ст. область высокого риска смещалась в сторону более низких значений постпрандиальной гликемии от 7 до 5,75 ммоль/л, не изменяя величины неблагоприятных значений ИМТ.

Также установлено, что при повышении уровня глюкозы натощак до 5,7 ммоль/л у женщин неблагоприятным показателем индекса массы тела следует считать значения ≥ 25 кг/м² при ДАД ≥ 120 мм рт.ст., ≥ 27 кг/м² при ДАД 110–119 мм рт.ст., ≥ 29 кг/м² при ДАД 100–109 мм рт.ст. и ≥ 31 кг/м²

для ДАД 90–99 мм рт.ст. соответственно. Идентичным показателям неблагоприятного порога значений ИМТ, при ДАД 100–109, 110–119, ≥ 120 мм рт.ст., соответствовали уровни постпрандиальной гликемии – 7,3 ммоль/л, а при значениях ДАД 90–99 мм рт.ст. – 7,5 ммоль/л соответственно.

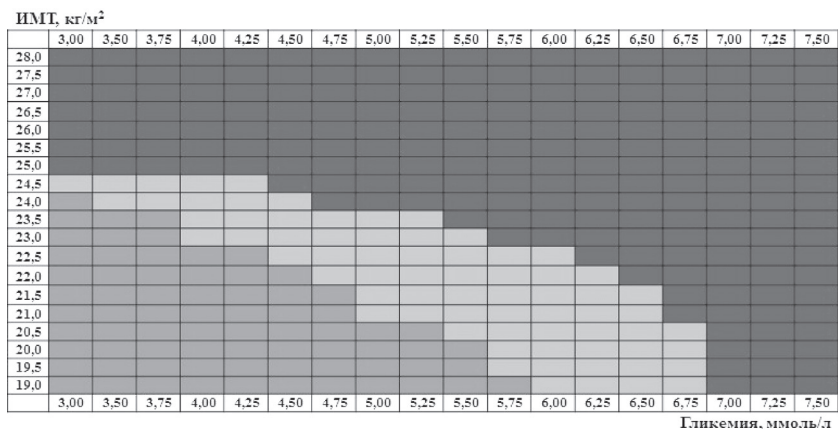
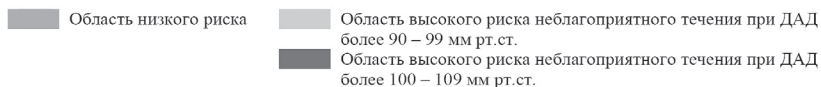


Рис. 2. Прогнозная номограмма тяжести течения АГ у женщин в зависимости от уровней АД, индекса массы тела и постпрандиальной гликемии.



Подобная закономерность отмечались и при обследовании мужчин [25, эл.ресурс], однако пороговые значения ИМТ были ниже, чем у женщин. Также, как и у женщин, у мужчин при указанных цифрах ИМТ и АД неблагоприятное течение заболевания наблюдается при повышении ОХС, причем чем выше уровень ДАД, тем ниже показатели ОХС, оказывающие неблагоприятное воздействие на прогноз заболевания [25, эл.ресурс].

Заключение. Таким образом в ходе проведенного исследования установлено, что у женщин на клиническое течение АГ влияет повышение уровня АД, значений ИРИ, тощаковой и постпрандиальной глюкозы, ОХС, ИМТ, то есть показатели, входящие в симптомокомплекс метаболического синдрома. Сформированный по результатам математического моделирования, индивидуальный набор признаков (факторов риска) из перечня показателей, обуславливающих риск развития прогнозируемого состояния

(осложненное течение АГ), позволил построить прогнозные номограммы, на которых выделены области низкого, среднего и высокого риска развития осложненного течения АГ, что не только позволит индивидуально (персонифицированно) рассчитать для каждого пациента степень риска, но и определить параметры необходимого изменения уровня управляемых факторов риска, определяющих нахождение в области высокого риска.

Список литературы

1. Артамонова Г.В., Максимов С.А., Индукаева Е.В. и др. Прогнозирование артериальной гипертензии у женщин в зависимости от возраста и характера трудовой деятельности // Бюллетень сибирской медицины. 2011. Т.10. № 4. С. 141–145.
2. Ахминеева А.Х., Полунина О.С., Севостьянова И.В. и др. Прогнозирование развития артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца у больных хронической обструктивной болезнью легких // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2014. № 4. С. 29–34.
3. Гоголашвили Н.Г., Савченко А.А., Яскевич Р.А. Метод оценки ухудшения течения желудочковой экстрасистолии у больных с постинфарктным кардиосклерозом: медицинская технология Красноярск, 2016. 19 с.
4. Грицинская В.Л., Москаленко О.Л. Использование компьютерных технологий при проведении диспансеризации детского населения республики Тыва // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 2. С. 158–167.
5. Деревянных Е.В., Яскевич Р.А. Изучение и сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики и артериального давления у пожилых мигрантов Крайнего Севера с артериальной гипертензией // Клиническая геронтология. 2017. Т. 23, № 9-10. С. 23–25.
6. Лапко А.В., Лапко В.А. Непараметрические системы обработки информации и принятия решений. Красноярск: СибГАУ, 2014. 382 с.
7. Лапко А.В., Лапко В.А. Непараметрические системы обработки неоднородной информации. Новосибирск: Наука, 2007. 174 с.
8. Лапко А.В., Поликарпов Л.С., Манчук В.Т. Автоматизация научных исследований в медицине. Новосибирск: Наука, 1996. 270 с.
9. Москаленко О.Л. Влияние городского техногенного загрязнения на морфофункциональное состояние юношей: автореф. дисс. канд. биол. наук. Красноярск, 2014. 18 с.
10. Никитин Ю.П., Воевода М.И., Симонова Г.И. Сахарный диабет и метаболический синдром в Сибири и на Дальнем Востоке // Вестник РАМН. 2012. №1. С. 66–74.

11. Оленская Т.Л., Коневалова Н.Ю., Губарев Ю.Д., Бирюкова И.В. Прогнозирование развития нефатальных исходов у пациентов с артериальной гипертензией старших возрастных групп в концепции гериатрических синдромов // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. С. 1383.
12. Поликарпов Л.С., Лапко А.В., Хамнагадаев И.И., Яскевич Р.А. Метротропные реакции сердечно-сосудистой системы и их профилактика. Новосибирск: Наука, 2005. 195 с.
13. Поликарпов Л.С., Хамнагадаев И.И., Иванова Е.Б. и др. Частота сердечно-сосудистой патологии, содержание микроэлементов в различных средах в условиях Севера // *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2005. Т. 20, № 2. С. 55–57.
14. Поликарпов Л.С., Хамнагадаев И.И., Яскевич Р.А. и др. Ишемическая болезнь сердца (распространенность, профилактика, адаптация и реадaptация в различных экологических условиях). Красноярск: Изд-во КрасГМУ, 2011. 328 с.
15. Поликарпов Л.С., Яскевич Р.А., Хамнагадаев И.И. и др. Влияние компонентов метаболического синдрома на клиническое течение ишемической болезни сердца у мужчин // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 5. С. 481.
16. Пуликов А.С., Москаленко О.Л. Особенности экологической морфологии юношей Сибири в условиях городского антропогенного загрязнения // *В мире научных открытий*. 2015. № 6.1 (66). С. 393–407.
17. Савченко А.А. Способ прогнозирования геморрагических осложнений после химиотерапии у больных острыми лейкозами / А.А. Савченко, О.В. Смирнова, В.Т. Манчук, В.И. Москов. Патент на изобретение RUS 2324190, 15.02.2006.
18. Савченко А.А. Способ прогнозирования инфекционных осложнений после химиотерапии у больных острыми лейкозами / А.А. Савченко, О.В. Смирнова, В.Т. Манчук, В.И. Москов. Патент на изобретение RUS 2315305, 08.11.2005.
19. Суспицына И.Н., Сукманова И.А. Факторы риска и прогнозирование развития инфаркта миокарда у мужчин различных возрастных групп // *Российский кардиологический журнал*. 2016. № 8 (136). С. 58–63.
20. Хамнагадаев И.И., Яскевич Р.А., Поликарпов Л.С., Новгородцева Н.Я. Распространенность артериальной гипертензии и избыточной массы тела среди сельского населения северных регионов // *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2004. Т. 19, № 4. С. 94–96.
21. Филимонова Л.А., Яскевич Р.А., Давыдов Е.Л. Вопросы формирования и течения артериальной гипертензии в пожилом и старческом возрасте //

- Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25458>
22. Яскевич Р.А., Деревянных Е.В., Балашова Н.А. Использование показателей соматотипирования у мужчин в построении математических моделей прогноза развития артериальной гипертензии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 1-1. С. 64–69.
 23. Яскевич Р.А., Деревянных Е.В., Балашова Н.А., Козлов Е.В. Использование показателей соматометрии у женщин в построении математической модели прогноза развития артериальной гипертензии // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6-0. С. 188.
 24. Яскевич Р.А. Избыточная масса тела и особенности компонентного состава массы тела у пожилых мигрантов Крайнего Севера // Клиническая геронтология. 2017. Т. 23, № 9-10. С. 79–81.
 25. Яскевич Р.А. Применение методов математического моделирования в прогнозе тяжести клинического течения артериальной гипертензии у мужчин // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25563>
 26. Яскевич Р.А., Хамнагадаев И.И., Деревянных Е.В. и др. Тревожно-депрессивные расстройства у пожилых мигрантов Крайнего Севера в период реадaptации к новым климатическим условиям // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27, № 4. С. 672–677.
 27. Artyukhov I.P., Grinshtein Y.I., Petrova M.M. et al. Prevalence of arterial hypertension in the Krasnoyarsk Krai (Siberia, Russia). BMC Cardiovascular Disorders. 2017. 17(1):138. doi: 10.1186/s12872-017-0559-5.
 28. Graham I., Atar D., Borch-Johnsen K. et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: full text. Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil. 2007. Vol. 14. Suppl. 2, pp. 1–113.
 29. Yaskevich R.A., Khamnagadaev I.I., Dereviannikh Ye.V. et al. Anxiety depressive disorders in elderly migrants of the far North in the period of readaptation to new climatic conditions. Advances in Gerontology. 2015. Т. 5. № 3. С. 157–162.

References

1. Artamonova G.V., Maksimov S.A., Indukaeva E.V. i dr. Prognozirovanie arterial'noy gipertenzii u zhenshchin v zavisimosti ot vozrasta i kharaktera trudovoy deyatelnosti [Forecasting of arterial hypertension in women depending on

- the age and type of labor activity]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny* [Bulletin of Siberian Medicine]. 2011. V.10. № 4, pp. 141–145.
2. Akhmineeva A.Kh., Polunina O.S., Sevost'yanova I.V. et al. Prognozirovanie razvitiya arterial'noy gipertenzii i ishemicheskoy bolezni serdtsa u bol'nykh khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh [Forecasting the development of arterial hypertension and coronary heart disease in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. *Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik "Chelovek i ego zdorov'e"* [Kursk Scientific and Practical Herald "The Man and His Health"]. 2014. № 4, pp. 29–34.
 3. Gogolashvili N.G., Savchenko A.A., Yaskevich R.A. *Metod otsenki ukhudsheniya techeniya zheludochkovoy ekstrasistolii u bol'nykh s postinfarktym kardiosklerozom: meditsinskaya tekhnologiya* [Method for assessing the deterioration of ventricular extrasystole in patients with postinfarction atherosclerosis: medical technology]. Krasnoyarsk. 2016. 19 p.
 4. Gritsinskaya V.L., Moskalenko O.L. Ispol'zovanie komp'yuternykh tekhnologiy pri provedenii dispanserizatsii detskogo naseleniya respubliki Tyva [Use of computer technologies in the course of clinical examination of the children of the Republic of Tyva]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture]. 2017. V. 9. № 2, pp. 158–167.
 5. Derevyannykh E.V., Yaskevich R.A. Izucheniye i sravnitel'nyy analiz pokazateley tsentral'noy gemodinamiki i arterial'nogo davleniya u pozhilykh migrantov Kraynego Severa s arterial'noy gipertenziey [Study and comparative analysis of central hemodynamics and arterial pressure in elderly migrants of the Far North with arterial hypertension]. *Klinicheskaya gerontologiya* [Clinical gerontology]. 2017. V. 23. № 9-10, pp. 23–25.
 6. Lapko A.V., Lapko V.A. *Neparametricheskie sistemy obrabotki informatsii i prinyatiya resheniy* [Nonparametric systems for information processing and decision making]. Krasnoyarsk: SibGAU. 2014. 382 p.
 7. Lapko A.V., Lapko V.A. *Neparametricheskie sistemy obrabotki neodnorodnoy informatsii* [Nonparametric systems for processing heterogeneous information]. Novosibirsk: Nauka. 2007. 174 p.
 8. Lapko A.V., Polikarpov L.S., Manchuk V.T. *Avtomatizatsiya nauchnykh issledovaniy v meditsine* [Automation of scientific research in medicine]. Novosibirsk: Nauka. 1996. 270 p.
 9. Moskalenko O.L. *Vliyaniye gorodskogo tekhnogennoy zagryazneniya na morfofunktsional'noye sostoyaniye yunoshey* [Influence of urban man-made pollution on the morphofunctional state of young men]. Krasnoyarsk, 2014. 18 p.
 10. Nikitin Yu.P., Voevoda M.I., Simonova G.I. Sakharnyy diabet i metabolicheskiy sindrom v Sibiri i na Dal'nem Vostoke [Diabetes mellitus and metabolic

- syndrome in Siberia and the Far East]. *Vestnik RAMN* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2012. №1, pp. 66–74.
11. Olenskaya T.L., Konevalova N.Yu., Gubarev Yu.D., Biryukova I.V. Prognozirovanie razvitiya nefatal'nykh iskhodov u patsientov s arterial'noy gipertenziey starshikh vozrastnykh grupp v kontseptsii geriatricheskikh sindromov [Predicting the development of non-fatal outcomes in patients with arterial hypertension of older age groups in the concept of geriatric syndromes]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015. № 1-1. P. 1383.
 12. Polikarpov L.S., Lapko A.V., Khamnagadaev I.I., Yaskevich R.A. *Meteotropnyye reaksii serdechno-sosudistoy sistemy i ikh profilaktika* [Meteotropic reactions of the cardiovascular system and their prevention]. Novosibirsk: Nauka. 2005. 195 p.
 13. Polikarpov L.S., Khamnagadaev I.I., Ivanova E.B. et al. Chastota serdechno-sosudistoy patologii, sodержanie mikroelementov v razlichnykh sredakh v usloviyakh Severa [The frequency of cardiovascular pathology, the content of trace elements in various environments in the North]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)* [Siberian Medical Journal (Tomsk)]. 2005. V. 20. № 2, pp. 55–57.
 14. Polikarpov L.S., Khamnagadaev I.I., Yaskevich R.A. et al. *Ishemicheskaya bolezn' serdtsa (rasprostranennost', profilaktika, adaptatsiya i readaptatsiya v razlichnykh ekologicheskikh usloviyakh)* [Coronary heart disease (prevalence, prevention, adaptation and re-adaptation in various environmental conditions)]. Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGMU. 2011. 328 p.
 15. Polikarpov L.S., Yaskevich R.A., Khamnagadaev I.I. et al. Vliyanie komponentov metabolicheskogo sindroma na klinicheskoe techenie ishemicheskoy boleznii serdtsa u muzhchin [Influence of metabolic syndrome components on clinical course of coronary heart disease in men]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014. № 5. S. 481.
 16. Pulikov A.S., Moskalenko O.L. Osobennosti ekologicheskoy morfologii yunoshey Sibiri v usloviyakh gorodskogo antropotekhnogennoho zagryazneniya [Peculiarities of the ecological morphology of the young men of Siberia in the conditions of urban anthropogenic contamination]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture]. 2015. № 6.1 (66), pp. 393–407.
 17. Savchenko A.A., Smirnova O.V., Manchuk V.T., Moskov V.I. Sposob prognozirovaniya gemorragicheskikh oslozhneniy posle khimioterapii u bol'nykh ostrymi leykozami [A method for predicting hemorrhagic complications after chemotherapy in patients with acute leukemia]. *Patent na izobretenie RUS 2324190*, 15.02.2006.

18. Savchenko A.A., Smirnova O.V., Manchuk V.T., Moskov V.I. Sposob prognozirovaniya infektsionnykh oslozhneniy posle khimioterapii u bol'nykh ostrymi leykozami [The method of predicting infectious complications after chemotherapy in patients with acute leukemia]. *Patent na izobretenie RUS 2315305*, 08.11.2005.
19. Suspitsyna I.N., Sukmanova I.A. Faktory riska i prognozirovanie razvitiya infarkta miokarda u muzhchin razlichnykh vozrastnykh grupp [Risk factors and prognosis of the development of myocardial infarction in men of different age groups]. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal* [Russian Cardiology Journal]. 2016. № 8 (136), pp. 58–63.
20. Khamnagadaev I.I., Yaskevich R.A., Polikarpov L.S., Novgorodtseva N.Ya. Rasprostranennost' arterial'noy gipertonii i izbytochnoy massy tela sredi sel'skogo naseleniya severnykh regionov [The prevalence of arterial hypertension and overweight among rural population of northern regions]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)* [Siberian Medical Journal (Tomsk)]. 2004. V. 19. № 4, pp. 94–96.
21. Filimonova L.A., Yaskevich R.A., Davydov E.L. Voprosy formirovaniya i techeniya arterial'noy gipertonii v pozhilom i starcheskom vozraste [Questions of formation and course of arterial hypertension in elderly and senile age]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2016. № 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25458>
22. Yaskevich R.A., Derevyannykh E.V., Balashova N.A. Ispol'zovanie pokazateley somatotipirovaniya u muzhchin v postroenii matematicheskikh modeley prognoza razvitiya arterial'noy gipertonii [Use of somatotyping indices in men in the construction of mathematical models for the prediction of the development of arterial hypertension]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2015. № 1-1, pp. 64–69.
23. Yaskevich R.A., Derevyannykh E.V., Balashova N.A., Kozlov E.V. Ispol'zovanie pokazateley somatometrii u zhenshchin v postroenii matematicheskoy modeli prognoza razvitiya arterial'noy gipertonii [The use of somatometry indicators in women in the construction of a mathematical model for the prediction of the development of arterial hypertension]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015. № 6-0. P. 188.
24. Yaskevich R.A. Izbytochnaya massa tela i osobennosti komponentnogo sostava massy tela u pozhilykh migrantov Kraynego Severa [Overweight and features of the component composition of body weight in elderly migrants of the Far North]. *Klinicheskaya gerontologiya* [Clinical gerontology]. 2017. V. 23. № 9-10, pp. 79–81.

25. Yaskevich R.A. Primenenie metodov matematicheskogo modelirovaniya v prognoze tyazhesti klinicheskogo techeniya arterial'noy gipertonii u muzhchin [Application of methods of mathematical modeling in the forecast of severity of the clinical course of arterial hypertension in men]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2016. № 6. <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25563>
26. Yaskevich R.A., Khamnagadaev I.I., Derevyannykh E.V. et al. Trevozhno-depressivnye rasstroystva u pozhilykh migrantov Kraynego Severa v period readaptatsii k novym klimaticheskim usloviyam [Anxiety-depressive disorders in elderly migrants of the Far North in the period of readaptation to new climatic conditions]. *Uspekhi gerontologii* [Successes of gerontology]. 2014. V. 27. № 4, pp. 672–677.
27. Artyukhov I.P., Grinshtein Y.I., Petrova M.M. et al. Prevalence of arterial hypertension in the Krasnoyarsk Krai (Siberia, Russia). *BMC Cardiovascular Disorders*. 2017. 17(1):138. doi: 10.1186/s12872-017-0559-5.
28. Graham I., Atar D., Borch-Johnsen K. et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: full text. Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2007. Vol. 14. Suppl. 2, pp. 1–113.
29. Yaskevich R.A., Khamnagadaev I.I., Dereviannikh Ye.V. et al. Anxiety depressive disorders in elderly migrants of the far North in the period of readaptation to new climatic conditions. *Advances in Gerontology*. 2015. T. 5. №3. S. 157–162.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Яскевич Роман Анатольевич, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней и терапии, ведущий научный сотрудник группы патологии сердечно-сосудистой системы, кандидат медицинских наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»; ГБОУ ВПО «КрасГМУ им. проф. Ф.В. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ ул. Партизана Железняка, 3з, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация; ул. Партизана Железняка, 1а, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
cardio@impn.ru*

Москаленко Ольга Леонидовна, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
gre-ll@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Yaskevich Roman Anatolyevich, Associate Professor at Department of Propeutics of Internal Diseases and Therapy, Leading Researcher of the Group Pathology of the Cardiovascular System, Candidate of Medical Science, Docent

Scientific Research Institute of medical problems of the North; Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenezkiy

*1a, P. Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation; 3g, P. Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
cardio@impn.ru*

Moskalenko Olga Leonidovna, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences

*Scientific Research Institute of medical problems of the North
3g, P. Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
gre-ll@mail.ru*