

## СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ПЕРВИЧНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В КИЗИЛЮРТОВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

© 2020 г. <sup>1,2</sup>М. А. Яхияев, <sup>2</sup>Ш. К. Салихов, <sup>3</sup>З. В. Курбанова, <sup>3</sup>Б. А. Абусева, <sup>4</sup>С. Г. Луганова

<sup>1</sup>НИИ экологической медицины ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Махачкала; <sup>2</sup>ФГБУН«Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН», г. Махачкала;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Махачкала; <sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет», г. Махачкала

*Цель работы* – изучить связь между содержанием свинца в окружающей среде (почвы, водоисточники, продукты питания) фоновых территорий и заболеваемости населения Кизилюртовского района Дагестана эссенциальной артериальной гипертензией (АГ). *Методы.* Данные по заболеваемости населения были получены в ГБУ РД «Кизилюртовская ЦРБ». Исследование статуса свинца в почвах территории района проводилось на базе передвижной лаборатории экологического мониторинга Дагестанского государственного университета (ДГУ). На территории исследования выбирали площадки с однородным почвенным покровом, с которых отбирали смешанную усреднённую пробу почвы. Анализ содержания свинца в почвах проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии на МГА-915МД, основанном на извлечении элемента из почвенных проб и последующего определения массовой концентрации. Содержание свинца в пробах вод и продуктов питания определяли методом ААС в режиме электротермической атомизации на спектрометре contrAA 700 (AnalytikJena AG, Германия) на кафедре аналитической и фармацевтической химии химического факультета ДГУ. Полученные результаты были обработаны в программе Statistica 6.0. Данные представлены в форме  $M \pm SD$ . Тип распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для определения значимости связи между параметрами, имеющими нормальное распределение, применяли коэффициент корреляции Пирсона. Для выявления различий между населенными пунктами по содержанию свинца в почвах, воде, продуктах питания использовался однофакторный дисперсионный анализ (One-Way ANOVA). *Результаты:* установлена сильная прямая корреляция между концентрациями свинца в объектах окружающей среды (почва, вода, продукты питания) и первичной заболеваемостью АГ населения в исследуемых населенных пунктах ( $r = 0,97–0,99$ ). *Вывод.* Чем выше содержание свинца в окружающей среде, тем выше заболеваемость населения первичной АГ. В развитии АГ определенное значение имеет статус свинца в почвах, который по пищевой цепи «почва – вода – продукты питания» попадает в организм человека, влияя на заболеваемость населения.

**Ключевые слова:** свинец, почва, водоисточники, продукты питания, первичная (эссенциальная) артериальная гипертензия

## ENVIRONMENTAL LEAD CONCENTRATIONS AND INCIDENCE OF HYPERTENSION IN THE KIZILYURT DISTRICT, DAGESTAN

<sup>1,2</sup>M. A. Yahyaev, <sup>2</sup>Sh. K. Salikhov, <sup>3</sup>Z. V. Kurbanova, <sup>3</sup>B. A. Abusueva, <sup>4</sup>S. G. Luganova

<sup>1</sup>Research Institute of Environmental Medicine, Dagestan State Medical University, Makhachkala;

<sup>2</sup>Precaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Federal Research Centre RAS, Makhachkala;

<sup>3</sup>Dagestan State Medical University, Makhachkala; <sup>4</sup>Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia

*The aim* was to study associations between the lead content in the environment (soil, water sources, food) and the incidence of hypertension among residents of the Kizilyurt district, Dagestan. *Methods.* An ecological study. Data on the incidence of hypertension were obtained from the documentation at Kizilyurt Central District Hospital. Assessment of lead concentrations in the soils was performed by a mobile laboratory for environmental monitoring of the Dagestan State University. Lead concentrations were estimated by atomic absorption spectrometry at MGA-915MD, based on the extraction of an element from soil samples and the subsequent determination of mass concentration. The lead content in water and food samples was determined by the AAS method in the electrothermal atomization mode on a contrAA 700 spectrometer (Analytik Jena AG, Germany). The data were presented as means and standard deviations. Distribution of numeric data was assessed using Shapiro-Wilk test. Associations between lead concentrations and the incidence of hypertension were studied using Pearson's correlation coefficients. One-Way ANOVA test was used to identify differences between settlements in terms of lead content in soils, water, and food products. *Results.* A strong positive correlation was found between the concentrations of lead in environmental objects (soil, water, food) and the incidence of hypertension ( $r$  varied between 0.97 and 0.99). *Conclusions.* The higher lead concentrations in the environment are associated with the higher incidence of hypertension. Lead in soils can be considered as an important factor for the development of essential hypertension

**Key words:** lead, soil, water sources, food, primary (essential) arterial hypertension

### Библиографическая ссылка:

Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Курбанова З. В., Абусева Б. А., Луганова С. Г. Содержание свинца в окружающей среде и первичная заболеваемость артериальной гипертензией в Кизилюртовском районе Республики Дагестан // Экология человека. 2020. № 5. С. 4–10.

### For citing:

Yahyaev M. A., Salikhov Sh. K., Kurbanova Z. V., Abusueva B. A., Luganova S. G. Environmental Lead Concentrations and Incidence of Hypertension in the Kizilyurt District, Dagestan. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 5, pp. 4-10.

Бесспорные достижения в лечении сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в XXI веке не привели к уменьшению заболеваемости, патология и в настоящее время является глобальной проблемой здравоохранения. Российской Федерации принадлежит лидирующее место в мире по смертности населения от ССЗ, ведущее место среди данных заболеваний занимает артериальная гипертензия (АГ) [14].

Артериальная гипертензия, стойкое повышение артериального давления от 140/90 мм рт. ст. и выше, — важнейшая проблема современного здравоохранения, фактор риска ССЗ, болезней легких и некоторых других патологий [18, 19] — является многофакторным заболеванием.

Одним из факторов риска развития заболеваний являются химические элементы, которые определяют строение клеток и тканей, участвуют в обмене веществ, образовании крови, деятельности нервной системы, входят в состав витаминов, ферментов, гормонов. Нарушение минерального баланса вследствие недостатка или избытка элементов в организме человека приводит к изменениям в эндокринной, иммунной, сердечно-сосудистой системах и к патологиям [5, 20].

Статус элементного состава организма зависит от условий окружающей геохимической среды. Многочисленные исследования [12, 21, 22, 30] выявили, что заболевания, имеющие распространение в разных регионах, непосредственно связаны со спецификой химического состава почв и продуктов питания, производимых на этих территориях. В развитых странах в рацион населения дополнительно включают продукты питания, производимые в других геохимических областях, вследствие чего устраняются условия, оказывающие воздействие на здоровье населения вследствие геохимических особенностей местности.

Дисбаланс химических элементов — геохимическая основа развития ССЗ, являющихся существенными в структуре заболеваемости населения. Одной из злободневных является АГ — заболевание, носящее характер пандемии и определяющее структуру ССЗ и смертности во всём мире. Согласно оценкам ВОЗ, 16,5 % всех случаев смерти вызвано повышением артериального давления (АД) [25], которое является основным фактором риска развития ишемической болезни сердца (ИБС), а также ишемического и геморрагического инсультов [23]. Около 51 % случаев смерти наступает в результате мозговых инсультов, 45 % — в результате ИБС [24].

Большое значение в этиологии АГ принадлежит тяжелым металлам. Выявлена положительная корреляция между воздействием свинца в различных дозах и показателями АД у пациентов [17], свинец увеличивает тонус симпатической нервной системы, увеличивает содержание катехоламинов в крови и отдельных структурах мозга, определяя увеличение АД [28], стимулирует работу гладкомышечных волокон сосудов [26].

Актуальность изучения связи содержания тяжелых металлов в окружающей среде и этиологии АГ обусловлена влиянием факторов окружающей среды на здоровье человека, является ключевой проблемой современных научных исследований. Выявление алиментарных факторов риска, объясняющих этиологию данного заболевания, поможет сформировать новые подходы к ее лечению и профилактике.

Цель настоящего исследования — оценка связи содержания свинца в почвах, водосточниках и продуктах питания фоновых территорий Кизилюртовского района Дагестана и заболеваемости населения эссенциальной артериальной гипертензией.

### Методы

Работа относится к описательному экологическому исследованию. Данные по заболеваемости населения первичной АГ за 2015 год были получены в ГБУ РД «Кизилюртовская ЦРБ» (отчетная форма 12). Исследованием было охвачено взрослое население 18–60 лет. Для обнаружения связи концентрации свинца в почвах и заболеваемостью населения района эссенциальной АГ были исследованы почвы населенных пунктов с проживающим здесь коренным населением с минимальной миграцией.

Исследования проб почв, вод и продуктов питания на содержание свинца проведены в 2014 году. В качестве пробных площадей были выбраны участки, не имевшие как природных геохимических аномалий в содержании свинца, так и антропогенных источников загрязнения окружающей среды. Образцы почв для анализа отобраны в летние месяцы.

Экспедиционные исследования на территории Кизилюртовского района проводились на базе передвижной лаборатории экологического мониторинга Дагестанского государственного университета (ДГУ). На исследуемых участках находили площади с одинаковым почвенно-растительным покровом (25 м<sup>2</sup>), с которых на глубине пахотного слоя отбирали пробы почв (50–70 г). Из пяти отдельных образцов составляли смешанную усреднённую пробу (около 300 г), освобождая ее от корней, камней, включений, помещали в чистый тканевой мешочек, вкладывая в него сопроводительный талон (МУ 2.1.7.730-99). В дальнейшем из мешочка отбирались пробы для определения свинца с использованием ААС МГА-915МД [4]. Метод основан на извлечении элемента из проб почв с последующим измерением его массовой концентрации методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Отбор почвенных проб и их первичная подготовка к анализу осуществлялись согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Изучение химического состава речных вод велось путем маршрутных экспедиционных обследований. Пробы воды отбирались в летние месяцы в пластиковые сосуды объемом 2 л. В качестве продуктов питания были исследованы местные сельскохозяйственные культуры и продукты животного происхождения, преимущественно используемые населением Кизилюртовского района.

В каждом населенном пункте было отобрано 10 проб почв, вод, продуктов питания растительного и животного происхождения. Содержание свинца в пробах вод и продуктов питания определяли методом ААС в режиме электротермической атомизации на спектрометре contrAA 700 (Analytik Jena AG, Германия) [6] на кафедре аналитической и фармацевтической химии ДГУ. Полученные экспериментальные данные были обработаны в программе Statistica 6.0. Для описания количественных данных использовали среднее арифметическое ( $M$ ), стандартное отклонение ( $SD$ ). Тип распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для определения тесноты и значимости связи между параметрами, имеющими нормальное распределение, применяли коэффициент корреляции Пирсона. За критический уровень значимости принимали значение  $p < 0,05$ . С целью выявления различий между населенными пунктами в содержании свинца в почвах, водах, продуктах питания использовался однофакторный дисперсионный анализ (One-Way ANOVA).

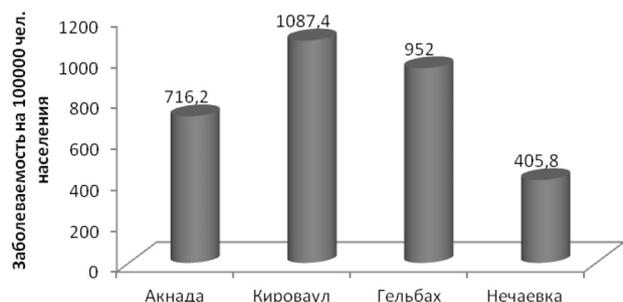
**Результаты**

Кизилюртовский район расположен в центральной части Дагестана, на стыке равнин Терско-Сулакской низменности и предгорьями Северо-Восточного Кавказа. Территория района занимает площадь 524 км<sup>2</sup>, лежит на высоте примерно 325 м над уровнем моря. На территории района образовано 13 муниципальных образований – сельских поселений с числом населенных пунктов 16 и числом жителей 68 966 человек (01.01.2016 г.).

Ведущей отраслью экономики района является сельское хозяйство, в особенности такие его направления, как растениеводство и животноводство.

Исследуемые населенные пункты Акнада, Кироваул, Гельбах, Нечаевка являются фоновыми территориями для Кизилюртовского района, на которых отсутствуют промышленные предприятия и карьеры по добыче полезных ископаемых, имеющиеся на территории других поселений данного района.

Заболеваемость первичной АГ населения варьирует в разных населенных пунктах. Максимальная заболеваемость населения отмечена в Кировауле, минимальная – в Нечаевке (рисунок).



Показатели заболеваемости взрослого населения первичной артериальной гипертензией по населенным пунктам Кизилюртовского района, 2015 г. (сведения ГБУ РД «Кизилюртовская ЦРБ»)

Большую роль в развитии заболеваний населения играет геохимическая среда, роль эта обусловлена использованием химических элементов, получаемых по цепи «почва – природные воды – продукты питания – организм человека» в процессах метаболизма, вхождением их в состав ферментов, гормонов, витаминов и других соединений, влияющих на гомеостаз организма человека.

Связь содержания химических элементов в почвах Дагестана и развития АГ населения изучена недостаточно. Имеются отдельные исследования, которые указывают на корреляционные отношения между содержанием в почвах Fe, Cu, Ni, Co [1], Mg, Cu, Mn, Zn, Mo, Co [16] и заболеваемостью населения АГ.

Тяжелые металлы являются факторами риска АГ, поскольку способны к миграции по пищевым цепям и накоплению в организме человека, проявлению негативного воздействия даже в незначительных концентрациях.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) подвижной формы свинца в почве (экстрагент 1н. HCl) [13] составляет 60 мг/кг, ПДК в водах [9] – 0,03 мг/л.

Исследования выявили, что содержание свинца в почвах населенных пунктов Кизилюртовского района колебалось в пределах 13–38 мг/кг, что составило 0,22–0,63 ПДК подвижной формы элемента, в водоисточниках его содержание также варьировало, достигая 0,46–0,6 ПДК (табл. 1).

Таблица 1  
Содержание свинца ( $M \pm SD$ ) в почвах и водоисточниках Кизилюртовского района ( $n = 10$ )

Объект исследования	Населенный пункт			
	Акнада	Кироваул	Гельбах	Нечаевка
Почва, мг/кг	28,65 ± 0,78	38,33 ± 0,60	37,67 ± 0,51	13,0 ± 0,44
Водоисточники, мг/л	0,0163 ± 0,0006	0,0178 ± 0,0004	0,0171 ± 0,0004	0,0137 ± 0,0005

Содержание свинца в пробах продуктов питания населения также различалось в местах отбора (табл. 2).

ПДК свинца в продуктах питания [11]: молоко – 0,1; творог, яйцо куриное – 0,3; остальные – 0,5 мг/кг.

В продуктах питания содержание свинца сильно варьировало – от 0,1 ПДК в тыкве до 1,88 в фасоли. Среднее содержание элемента в овощах составило 0,75 ПДК, в мясных продуктах – 0,17 ПДК, в яйцах – 0,22.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа содержание свинца в объектах исследования (почва, вода, продукты питания) в населенных пунктах Акнада, Кироваул, Гельбах и Нечаевка различалось ( $F = 110–3\ 890$ ;  $p < 0,001$ ).

Установлена сильная прямая корреляция между концентрациями свинца в объектах окружающей среды (почва, вода, продукты питания) и первичной заболеваемостью АГ населения в исследуемых населенных пунктах ( $r = 0,97–0,99$ ;  $p = 0,013$ ).

Таблица 2  
Содержание свинца в продуктах питания ( $M \pm SD$ ) населения Кизилюртовского района, мг/кг ( $n = 10$ )

Объект исследования	Населенный пункт			
	Акнада	Кироваул	Гельбах	Нечаевка
Кукуруза	0,42 ± 0,02	0,55 ± 0,02	0,48 ± 0,01	0,24 ± 0,01
Фасоль	0,83 ± 0,03	0,94 ± 0,03	0,90 ± 0,02	0,63 ± 0,03
Картофель	0,36 ± 0,02	0,58 ± 0,04	0,42 ± 0,02	0,30 ± 0,02
Чеснок	0,25 ± 0,02	0,40 ± 0,02	0,37 ± 0,02	0,17 ± 0,01
Морковь	0,39 ± 0,02	0,59 ± 0,03	0,44 ± 0,02	0,33 ± 0,02
Свекла	0,35 ± 0,02	0,47 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,26 ± 0,01
Томаты	0,19 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,16 ± 0,01
Тыква	0,041 ± 0,002	0,084 ± 0,004	0,064 ± 0,003	0,021 ± 0,001
Молоко	0,040 ± 0,001	0,049 ± 0,001	0,045 ± 0,001	0,034 ± 0,001
Творог	0,060 ± 0,001	0,069 ± 0,001	0,065 ± 0,001	0,050 ± 0,001
Баранина	0,083 ± 0,002	0,097 ± 0,002	0,093 ± 0,002	0,074 ± 0,001
Говядина	0,077 ± 0,001	0,095 ± 0,002	0,090 ± 0,001	0,070 ± 0,001
Яйцо куриное	0,063 ± 0,001	0,079 ± 0,001	0,070 ± 0,001	0,053 ± 0,001

### Обсуждение результатов

Немаловажную роль в развитии заболеваний населения играет геохимическая среда, которая влияет на состав объектов окружающей среды (почва, природные воды, растения). Миграция металлов совершается по пищевой цепочке: почва — вода — пищевые продукты растительного и животного происхождения — организм человека. Подтверждением данного утверждения являются также наши предыдущие исследования [2, 7, 10, 15], которые указывают на то, что дисбаланс металлов в почвах в конечном итоге приводит к возникновению неинфекционных заболеваний населения Дагестана.

Исследование, проведенное в одной из гимназий Санкт-Петербурга, показало, что уровень АД зависел от  $Ca^{2+}-Mg^{2+}$  баланса в организме подростков. Нормализация минерального состава воды может служить одним из методов первичной профилактики нарушений со стороны сосудистого тонуса [3]. Работа [8], проведенная в Казанском государственном медицинском университете, показала, что воздействие неблагоприятной экологической обстановки на детский организм, приводящее к накоплению токсического элемента свинца и дисбалансу эссенциальных элементов (цинка, медь, магний, кальций), приводит к снижению активности антиокислительных систем, угнетению тканевого дыхания, развитию функциональных отклонений и клинических проявлений эссенциальной АГ. Исследователи Индии [27] также указывают на роль ионов  $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  и  $Ca^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  в продуктах питания населения в регуляции окислительно-восстановительных ферментов, нарушение баланса которых приводит к АГ. Исследователи США [29] показали, что смертность от АГ высока в юго-восточных штатах, концентрация почвы в которых имеет значительную связь с пространственными различиями в показателях эссенциальной

АГ и смертности, связанной с ней, в 48 штатах в период 1999–2014 годов.

Эти исследования согласуются с концепцией нашей работы, отличием которой является выявление роли свинца в заболеваемости населения первичной АГ, по которой обнаружена значимая корреляция с содержанием в почвах, водах, продуктах питания. Однако наша работа локально ограничена одним районом исследования, в дальнейшем планируется перенести исследования на другие территории.

В результате проведенного исследования выявлена статистически значимая связь заболеваемости первичной (эссенциальной) АГ взрослого населения фоновых территорий Кизилюртовского района Дагестана со статусом свинца в почвах, который по пищевой цепи «почва — вода — продукты питания» попадает в организм человека.

Полученная информация может быть использована для принятия научно обоснованных решений в области экологии, сельского хозяйства, здравоохранения.

### Авторство

Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Курбанова З. В. внесли основной вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, окончательно утвердили присланную в редакцию рукопись; Абусуева Б. А., Луганова С. Г. внесли существенный вклад в получение и анализ экспериментальных данных.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Яхияев Магомедпазил Атагишиевич — SPIN 5284-4982; ORCID 0000-0002-9955-5019

Салихов Шамиль Курамагомедович — SPIN 5472-2274; ORCID 0000-0001-5531-3045

Курбанова Зарема Вахаевна — SPIN 5407-5311; ORCID 0000-0002-2591-9895

Абусуева Бурлият Абусуевна — SPIN 3776-7278; ORCID 0000-0001-6039-6025

Луганова Саидат Гаджимагомедовна — SPIN 3769-4866; ORCID 0000-0002-9441-2078

## Список литературы

1. Абдурахманов Г. М., Эржапова Э. С., Даудова М. Г. Корреляция между развитием патологий и превышением ПДК загрязняющих веществ в окружающей среде Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 8, № 3. С. 117–125.
2. Абусуев С. А., Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Казанбиева П. Д. Содержание йода в почвах и питьевых водах Дагестана и распространенность эпидемического зоба // Проблемы женского здоровья. 2016. Т. 11, № 1. С. 26–31.
3. Борисова И. Ю., Макаров В. Л., Чурина С. К. Артериальное давление и показатели минерального обмена в организованной популяции подростков раннего перипубертатного и начального пубертатного периодов (экология природных дефицитов) // Артериальная гипертензия. 2014. Т. 20, № 5. С. 391–400.
4. Измерение массовой доли элементов (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, V, Zn) в пробах почв, грунтов, донных отложений и осадков сточных вод. Методика М 03-07-2014. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.63-09. М., 2014.
5. Кожин А. А., Владимирский Б. М. Микроэлементозы в патологии человека экологической этиологии. Обзор литературы // Экология человека. 2013. № 9. С. 56–64.
6. Крысанова Т. А., Котова Д. Л., Бабенко Н. К. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. 31 с.
7. Луганова С. Г., Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Гамзаева А. У. Влияние ряда микроэлементов в почвах и природных водах Дагестана на здоровье населения // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, № 3. С. 41–48.
8. Макарова Т. П., Хабибрахманова З. Р., Садыкова Д. И. Показатели обмена микро- и макроэлементов у пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией, проживающих в районах с различной экологической обстановкой // Казанский медицинский журнал. 2013. Т. 94, № 6. С. 798–803.
9. Садовникова Л. К., Орлов Д. С., Лозановская И. Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2006. 334 с.
10. Салихов Ш. К., Яхияев М. А., Луганова С. Г., Атаев М. Г., Курбанова З. В., Алимбетова К. А. Эндемический зоб в Дагестане как результат дефицита йода и селена в объектах ее биосферы // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19, № 5. С. 1729–1732.
11. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (с дополнениями и изменениями). М.: Изд-во ФГУП ИнтерСЭН, 2002. 168 с.
12. Терехина Е. А., Горбачев В. Н., Климентова Е. Г. Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на здоровье населения Ульяновской области // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20, № 3. С. 66–69.
13. Чуддзян Х., Корвета С., Фацеки З. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Братислава, 1988. Вып. 1. С. 5–24.
14. Шальнова С. А., Деев А. Д. Тенденции смертности в России в начале XXI века (по данным официальной статистики) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2011. Т. 10, № 6. С. 5–10.
15. Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Рамазанов А. Ш., Курбанова З. В. О значении содержания катионов в биосферном комплексе для человека // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2011. № 6. С. 182–185.
16. Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Абусуев С. А., Хачиров Д. Г., Атаев М. Г., Абусуева З. С. Артериальная гипертензия — следствие нарушения микроэлементного статуса объектов биосферы // Микроэлементы в медицине. 2016. Т. 17, № 2. С. 10–14. Doi: 10.19112/2413-6174-2016-17-2-10-14
17. Alghasham A. A., Meki A. R., Ismail H. A. Association of blood lead level with elevated blood pressure in hypertensive patients // Int J Health Sci (Qassim). 2011. Vol. 5 (1). P. 17–27. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3312765> (дата обращения: 13.03.2020).
18. Böhm M., Schumacher H., Teo K. K., Lonn E., Mahfoud F., Mann J., Yusuf S. Achieved diastolic blood pressure and pulse pressure at target systolic blood pressure (120–140 mmHg) and cardiovascular outcomes in high-risk patients: results from ONTARGET and TRANSCEND trials // European Heart Journal. 2018. Vol. 39 (33). P. 3105–3114. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy287
19. Byrd J. B., Newby D. E., Anderson J. A., Calverley P. M. A., Celli B. R., Cowans N. J. Blood pressure, heart rate, and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: the SUMMIT trial // European Heart Journal. 2018. Vol. 39 (33). P. 3128–3134. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy451
20. Castresana G. P., Roldán E. C., García Suastegui W. A., Morán Perales J. L., Cruz Montalvo A., & Silva A. H. Evaluation of Health Risks due to Heavy Metals in a Rural Population Exposed to Atoyac River Pollution in Puebla, Mexico // Water. 2019. Vol. 11 (2). P. 277. URL: <https://doi.org/10.3390/w11020277>.
21. Chowdhury R., Ramond A., O’Keeffe L. M., Shahzad S., Kunutsor S. K., Muka T., Di Angelantonio E. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis // BMJ. 2018. P. k3310. URL: <https://doi.org/10.1136/bmj.k3310>.
22. Fei X., Lou Z., Christakos G. et al. Environ Geochem Health. 2018. Vol. 40. P. 2481. URL: <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0113-0>.
23. Global health risk: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization; 2009. URL: <http://www.who.int/iris/handle/10665/44203> (дата обращения: 13.03.2020).
24. Lim S. S., Vos T., Flaxman A. D., Danaei G., Shibuya K., Adair-Rohani H., et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010 // Lancet. 2012. Vol. 380 (9859). P. 2224–2260.
25. Mancina G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 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. P. 1281–1357. URL: <http://hdl.handle.net/1854/LU-3260884> (дата обращения: 13.03.2020).
26. Oyunbileg D., Bolormaa I., Tsolmon U., Chimedsuren O. Environmental and occupational risk factors effect to arterial hypertension: correlation between arterial hypertension and lead // Journal of Geoscience and Environment Protection. 2015. Vol. 3 (02). P. 60–65.
27. Singh K. Molecular Basis of Hypertension: A Systematic Review on the Role of Metal Ions for Increase Prevalence of Hypertension in India // Journal of Biosciences and Medicines. 2016. Vol. 4. P. 12–22. Doi: 10.4236/jbm.2016.47002
28. Solenkova N. V., Newman J. D., Berger J. S., Thurston G., Hochman J. S., Lamas G. A. Metal pollutants

and cardiovascular disease: Mechanisms and consequences of exposure // *American Heart Journal*. 2014. Vol. 168 (6). P. 812–822. Doi: 10.1016/j.ahj.2014.07.007

29. Sun H. Association of soil potassium and sodium concentrations with spatial disparities of prevalence and mortality rates of hypertensive diseases in the USA // *Environmental Geochemistry and Health*. 2018. Vol. 40 (4). P. 1513–1524. Doi: 10.1007/s10653-018-0068-1

30. Tóth G., Hermann T., Da Silva M. R., Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety // *Environment International*. 2016. Vol. 88. P. 299–309. Doi: 10.1016/j.envint.2015.12.017

### References

1. Abdurakhmanov G. M., Erzhapova E. S., Daudova M. G. Correlation between pathology and excess of maximum concentration limit of pollutants in the environment of the Republic of Dagestan. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: ecology, development]. 2013, 8 (3), pp. 117-125. [In Russian]

2. Abusuev S. A., Yahyaev M. A., Salikhov Sh. K., Kazanbieva P. D. Iodine in soils and drinking waters of Dagestan and the prevalence of endemic goiter. *Problemy zhenskogo zdorov'ya* [Women's health]. 2016, 11 (1), pp. 26-31. [In Russian]

3. Borisova I. Yu., Makarov V. L., Churina S. K. Blood pressure and mineral metabolism in adolescents (ecological mineral deficiency in drinking water). *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial Hypertension]. 2014, 20 (5), pp. 391-400. [In Russian]

4. *Izmerenie massovoi doli elementov (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, V, Zn) v probakh pochv, gruntov, donnykh otlozhenii i osadkov stochnykh vod* [Measuring the mass proportion of elements (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, V, Zn) in soil, soil, sediment and wastewater sediment samples]. Method M 03-07-2014. PND F 16.1:2:2:2:3.63-09. Moscow, 2014.

5. Kozhin A. A., Vladimirskii B. M. Microelementoses in Human Pathology of Ecological Etiology. Literature Review. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 9, pp. 56-64. [In Russian]

6. Krysanova T. A., Kotova D. L., Babenko N. K. *Atomno-absorbtsionnaya spektroskopiya* [Atomic absorption spectroscopy]. Voronezh, 2005, 31 p.

7. Lukanova S. G., Yakhyaev M. A., Salikhov Sh. K., Gamzaeva A. U. Effect of several trace elements in soils and water of Dagestan on public health. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2018, 19 (3), pp. 41-48. [In Russian]

8. Makarova T. P., Khabibrakhmanova Z. R., Sadykova D. I. Metabolism of quantity elements and essential trace elements in patients with essential arterial hypertension in different ecological settings. *Kazanskii meditsinskii zhurnal* [Kazan medical journal]. 2013, 94 (6), pp. 798-803. [In Russian]

9. Sadovnikova L. K., Orlov D. S., Lozanovskaya I. N. *Ekologiya i okhrana okruzhayushchei sredy pri khimicheskoy zagryaznenii* [Ecology and environmental protection in chemical pollution]. Moscow, Vyschaya shkola Publ., 2006, 334 p.

10. Salikhov Sh. K., Yakhyaev M. A., Lukanova S. G., Ataev M. G., Kurbanova Z. V., Alimetova K. A. Endemic goiter in Dagestan as a result of iodine and selenium deficiency in objects of its biosphere. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences]. 2014, 19 (5), pp. 1729-1732. [In Russian]

11. *SanPiN 2.3.2.1078-01. Gigienicheskie trebovaniya k bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevykh produktov (s dopolneniyami i izmeneniyami)* [Hygiene requirements for food safety and nutritional value (with additions and changes)]. Moscow, FGUP InterSEN Publ., 2002, 168 p.

12. Terekhina E. A., Gorbachev V. N., Klimentova E. G. Effect of Soil Pollution by Heavy Metal on Human Health in the Ulyanovsk Region. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2013, 20 (3), pp. 66-69. [In Russian]

13. Chuldzhayan Kh., Korveta S., Fatseki Z. *Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh* [Heavy metals in soils and plants]. Bratislava, 1988, iss. 1, pp. 5-24. [In Russian]

14. Shal'nova S. A., Deev A. D. Russian mortality trends in the early XXI century: official statistics data. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention]. 2011, 10 (6), pp. 5-10. [In Russian]

15. Yakhyaev M. A., Salikhov Sh. K., Ramazanov A. Sh., Kurbanova Z. V. On the importance of cation content in the biosphere complex for humans. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1: Estestvennye nauki* [Herald of Dagestan State University. Series 1. Natural Sciences]. 2011, 6, pp. 182-185. [In Russian]

16. Yakhyaev M. A., Salikhov Sh. K., Abusuev S. A., Khachirov D. G., Ataev M. G., Abusueva Z. S. Hypertension - a consequence of violations of trace element status of objects of the biosphere. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2016, 17 (2), pp. 10-14. Doi: 10.19112/2413-6174-2016-17-2-10-14. [In Russian]

17. Alghasham A. A., Meki A. R., Ismail H. A. Association of blood lead level with elevated blood pressure in hypertensive patients. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2011, 5 (1), pp. 17-27. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3312765> (accessed: 13.03.2020).

18. Böhm M., Schumacher H., Teo K. K., Lonn E., Mahfoud F., Mann J., Yusuf S. Achieved diastolic blood pressure and pulse pressure at target systolic blood pressure (120-140 mmHg) and cardiovascular outcomes in high-risk patients: results from ONTARGET and TRANSCEND trials. *European Heart Journal*. 2018, 39 (33), pp. 3105-3114. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy287

19. Byrd J. B., Newby D. E., Anderson J. A., Calverley P. M. A., Celli B. R., Cowans N. J. Blood pressure, heart rate, and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: the SUMMIT trial. *European Heart Journal*. 2018, 39 (33), pp. 3128-3134. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy451

20. Castresana G. P., Roldán E. C., Garcia Suastegui W. A., Morán Perales J. L., Cruz Montalvo A., & Silva A. H. Evaluation of Health Risks due to Heavy Metals in a Rural Population Exposed to Atoyac River Pollution in Puebla, Mexico. *Water*. 2019, 11 (2), p. 277. Available at: <https://doi.org/10.3390/w11020277>

21. Chowdhury R., Ramond A., O'Keefe L. M., Shahzad S., Kunutsor S. K., Muka T., Di Angelantonio E. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2018, p. k3310. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj.k3310>

22. Fei X., Lou Z., Christakos G. et al. *Environ Geochem Health*. 2018, 40, p. 2481. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0113-0>

23. Global health risk: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, World Health Organization, 2009. Available at: <http://www.who.int/iris/handle/10665/44203> (accessed: 13.03.2020).

24. Lim S. S., Vos T., Flaxman A. D., Danaei G.,

Shibuya K., Adair-Rohani H., et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012, 380 (9859), pp. 2224-2260.

25. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 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, 31, pp. 1281-1357. Available at: <http://hdl.handle.net/1854/LU-3260884> (accessed: 13.03.2020).

26. Oyunbileg D., Bolormaa I., Tsolmon U., Chimedsuren O. Environmental and occupational risk factors effect to arterial hypertension: correlation between arterial hypertension and lead. *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2015, 3 (02), pp. 60-65.

27. Singh K. Molecular Basis of Hypertension: A Systematic Review on the Role of Metal Ions for Increase Prevalence of Hypertension in India. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2016, 4, pp. 12-22. Doi: 10.4236/jbm.2016.47002

28. Solenkova N. V., Newman J. D., Berger J. S.,

Thurston G., Hochman J. S., Lamas G. A. Metal pollutants and cardiovascular disease: Mechanisms and consequences of exposure. *American Heart Journal*. 2014, 168 (6), pp. 812-22. Doi: 10.1016/j.ahj.2014.07.007

29. Sun H. Association of soil potassium and sodium concentrations with spatial disparities of prevalence and mortality rates of hypertensive diseases in the USA. *Environmental Geochemistry and Health*. 2018, 40 (4), pp. 1513-1524. Doi: 10.1007/s10653-018-0068-1

30. T th G., Hermann T., Da Silva M.R., Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. *Environment International*. 2016, 88, pp. 299-309. Doi: 10.1016/j.envint.2015.12.017

#### **Контактная информация:**

Салихов Шамиль Курамагомедович – научный сотрудник лаборатории почвенных и растительных ресурсов ФГБУН «Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН»

Адрес: 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45  
E-mail: salichov72@mail.ru