

УДК 613.12:613.27:616.39

<https://doi.org/10.52420/umj.24.2.129><https://elibrary.ru/OBPNTT>

Обзор профилактических мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям антропогенных и климатических факторов окружающей среды северных территорий России

Карен Мерсопович Никогосян¹✉, Марина Петровна Сутункова^{1,2}, Юлия Владимировна Рябова¹, Илина Закарияновна Мустафина³, Ильзира Амировна Минигалиева¹, Татьяна Васильевна Мажаева¹, Влада Андреевна Батенёва¹, Лада Владимировна Шабардина¹

¹ Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

³ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

✉ nikoghosyankm@ymrc.ru

Аннотация

Введение. Одномоментное воздействие неблагоприятных погодных-климатических условий и химических факторов среды повышает вероятность нарушения здоровья человека, которая зависит от индивидуальных особенностей организма и может быть управляема средствами специфической и неспецифической защиты. Одним из таких средств является биологическая профилактика, включающая в себя меры по повышению устойчивости организма и усилению адаптационных механизмов организма.

Цель — обобщение научных материалов об особенностях питания жителей северных территорий России для обоснования необходимости разработки профилактических мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям антропогенных и климатических факторов окружающей среды в условиях Крайнего Севера.

Материалы и методы. Проведен библиографический поиск по информационным базам данных PubMed, Google Scholar, eLibrary.ru, «КиберЛенинка». Обнаружено более 100 оригинальных статей, в результате из них критериям включения соответствовала 61 полнотекстовая публикация, представленная в обзоре.

Результаты. Постепенный переход на западный тип питания населения, проживающего на северных территориях, приводит к повышенному потреблению углеводов, недостаточному — жиров и белков. Зафиксирован дефицит йода, витаминов А, Е, С и D, причем последний усугубляется генетическим фактором у представителей коренных народов. Содержание тяжелых металлов, в частности свинца и ртути, в биосредах организма зачастую связано с геохимическими особенностями территории проживания и употреблением местной рыбы.

Заключение. Для сохранения здоровья населения, проживающего на северных территориях России, необходима профилактическая стратегия, с одной стороны, направленная на обогащение витаминами и минералами пищевых рационов, с другой — повышающая устойчивость организма к вредному действию токсических агентов, которые могут присутствовать в традиционных пищевых продуктах.

Ключевые слова: пищевой статус, дефицит, витамины, загрязнители среды обитания, токсические агенты

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Для цитирования: Обзор профилактических мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям антропогенных и климатических факторов окружающей сре-

ды северных территорий России / К. М. Никогосян, М. П. Сутункова, Ю. В. Рябова, [и др.] // Уральский медицинский журнал. 2025. Т. 24, № 2. С. 129–146. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.2.129>. EDN: <https://elibrary.ru/OBPNTF>.

Review of Preventive Measures Aimed at Increasing the Body Resistance to Adverse Effects of Anthropogenic and Climatic Factors of the Environment in the Northern Territories of Russia

Karen M. Nikogosyan^{1✉}, Marina P. Sutunkova^{1,2}, Yuliya V. Ryabova¹, Ilina Z. Mustafina³, Ilzira A. Minigalieva¹, Tatyana V. Mazhaeva¹, Vlada A. Bateneva¹, Lada V. Shabardina¹

¹ Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

³ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

✉ nikoghosyankm@ymrc.ru

Abstract

Introduction. Simultaneous exposure to unfavorable weather and climate conditions and environmental chemicals poses risks of human health impairment, realization of which depends on individual characteristics of the organism and can be controlled by biological prophylaxis comprising measures to increase the resistance and strengthen the adaptive mechanisms of the body.

Objective — to review the scientific experience of taking preventive measures aimed at increasing the body resistance to adverse effects of anthropogenic and climatic factors in the northern territories of Russia.

Materials and methods. We conducted an electronic bibliography search in the PubMed, Google Scholar, eLibrary.ru, and CyberLeninka information databases. Of 100 original articles found, 61 full-text publications were eligible for inclusion in the review.

Results. A gradual switchover to the Western pattern diet of the northerners leads to increased consumption of carbohydrates but insufficient intake of fats and proteins. The researchers have observed deficiency of iodine, vitamins A, E, C, and D, with the latter being aggravated by the genetic factor in indigenous peoples. Levels of heavy metals, particularly those of lead and mercury, in biological fluids are often associated with geochemical characteristics of the territory and local fish consumption.

Conclusion. To maintain health of the population living in the northern territories of Russia, it is important to develop a preventive strategy aimed, on the one hand, at enriching the diet with vitamins and minerals and, on the other hand, increasing the body resistance to adverse effects of toxicants potentially present in traditional foods.

Keywords: nutritional status, deficiency, vitamins, environmental pollutants, toxic agents

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflict of interest.

For citation: Nikogosyan KM, Sutunkova MP, Ryabova YuV, Mustafina IZ, Minigalieva IA, Mazhaeva TV, et al. Review of preventive measures aimed at increasing the body resistance to adverse effects of anthropogenic and climatic factors of the environment in the northern territories of Russia. *Ural Medical Journal*. 2025;24(2):129–146. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.2.129>. EDN: <https://elibrary.ru/OBPNTF>.

Введение

Одномоментное воздействие неблагоприятных погодных-климатических условий и химических факторов среды повышает вероятность нарушения здоровья человека, которая зависит от индивидуальных особенностей организма и может быть управляема средствами специфической и неспецифической защиты [1–7]. Профилактические мероприятия, ставящие целью повышение резистентности населения к неблагоприятным климатическим условиям среды обитания, существовали еще в 1970-х гг., например проводилась витаминизация рационов школьников [8]. Однако при разработке мероприятий, направленных на сохранение здоровья человека, необходимо учитывать комплекс воздействующих на организм факторов, в т. ч. экологических. Биологическая профилактика является стратегией, которая уже более 40 лет экспериментально доказывает возможность повышения резистентности организма к действию вредных факторов окружающей среды [9]. По этому направлению опубликовано более 95 научных статей, в т. ч. в высокорейтинговых журналах, и запатентовано более 10 биопрофилактических комплексов. Большинство конкретных технологий, направленных на укрепление здоровья, разработано применительно к воздействию химических факторов, например тяжелых металлов [10] и металлооксидных наночастиц [11]. Вместе с тем применительно к патологическим состояниям, развившимся под воздействием особых климатических условий и одновременно химических факторов, накопленный опыт и теоретическая база упомянутой нами стратегии пока недостаточна развиты.

Высокую актуальность развития биологической профилактики против действия климатических и химических факторов обуславливают современные санитарно-эпидемиологические исследования. Согласно материалам, опубликованным С.В. Клейн и др., в настоящее время порядка 15–20 % субъектов России расположено в зонах, характеризующихся одновременным воздействием высокого уровня химического загрязнения атмосферного воздуха и неблагоприятных погодных-климатических условий. В том же исследовании авторы продемонстрировали, что у детей уже в возрасте 3–6 лет наблюдаются функциональные изменения, приводящие к повышению до 5,6 раза частоты заболеваний органов дыхания, функциональных расстройств нервной, эндокринной систем и системы кровообращения. При этом долевой вклад химических факторов в ассоциированные случаи заболеваний органов дыхания и нервной системы определен на уровне 25–31 %, неблагоприятных климатических факторов — 10–15 % [12].

Согласно данным литературы, пищевой рацион является средством, обеспечивающим функциональность адаптационных механизмов организма у населения северной территории России к экстремальным условиям жизни, а изменения пищевого поведения могут стать причиной развития дефицитных состояний и роста заболеваемости [13–16]. В то же время процессы активного развития промышленности, дорожной сети, водного, воздушного и наземного транспортов, разработка рудников и месторождений на северных территориях являются потенциальными источниками загрязнения пищи органическими и неорганическими токсикантами.

Цель литературного обзора — обобщение научных материалов об особенностях питания жителей северных территорий России для обоснования необходимости разработки профилактических мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям антропогенных и климатических факторов окружающей среды в условиях Крайнего Севера.

Материалы и методы

В рамках сбора данных проведен библиографический поиск по информационным базам данных PubMed, Google Scholar, eLibrary.ru, «КиберЛенинка». Проанализированы результаты оригинальных исследований, опубликованных на русском и английском языках с 1998 по 2024 г.

Заголовки и аннотации найденных статей проверялись, а затем выявлялись публикации, соответствующие следующим критериям включения: наличие данных о содержании загрязнителей среды обитания в биологических средах лиц, проживающих на северных территориях России, а также в наиболее популярных продуктах питания народного промысла жителей; наличие данных о пищевом статусе и особенностях питания лиц, проживающих на северных территориях России, дефицитных состояниях среди представителей коренного и пришлого населения, генетических особенностях дефицитов различных витаминов в популяции коренных народов Севера. Предпочтения отдавались полнотекстовым публикациям в открытом доступе.

Всего проанализировано более 100 оригинальных статей, в результате из них отобран 61 полнотекстовый материал. Часть статей исключена из обзора ввиду информации дублирующего характера или несоответствия заданным критериям включения.

Для структуризации, систематизации и анализа научных данных выделено 4 раздела:

- 1) содержание токсических агентов в окружающей среде и пище;
- 2) основные особенности современного пищевого рациона;
- 3) обеспеченность макро- и микронутриентами коренного и пришлого населения;
- 4) генетические особенности коренного и пришлого населения, обуславливающие усвояемость нутриентов.

Отметим, что в рамках изучаемой темы в обзоре нет деления северных регионов на территории, находящиеся в Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном округах.

Результаты

Содержание токсических агентов в окружающей среде и пище

Проблема экологии северных регионов России тесно связана с созданием крупных промышленных узлов, в т. ч. возводимых вблизи рек, используемых для сброса технических вод, а также разработкой месторождений, сопряженной с заражением поверхностного слоя почвы химическими элементами, содержащимися в рудах. В настоящее время традиционные продукты питания являются потенциальными источниками стойких токсичных загрязнителей [17, 18]. Анализ содержания токсических веществ в субпродуктах северных оленей показал повышенные уровни диоксинов и полихлорированных бифенилов, использовавшихся ранее в качестве добавок в технические масла, краски и лаки. Так, например, на Кольском полуострове содержание упомянутых соединений в печени оленей превышало допустимые уровни в 7 раз. Также повышенные уровни этих веществ регистрировались в печени оленей на территориях Республики Коми, Мурманской области и Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Стоит отметить, что содержание ртути и кадмия находилось в пределах допустимых значений во всех изученных тканях [19].

В другом исследовании в образцах почвы, отобранной в Воркутинском районе, обнаружены повышенные уровни токсичных металлов, включая медь, свинец, цинк и кадмий.

В отвалах концентрация меди достигала 120–125 мг/кг, а цинка — 170–200 мг/кг. В почве вблизи электростанций зафиксированы уровни ртути в диапазоне 0,2–0,5 мг/кг, кадмия — 0,3–0,8 мг/кг. В окрестностях цементного завода содержание свинца в почве составило 15–20 мг/кг, а цинка — 120–170 мг/кг. Помимо этого, стоит учитывать кумуляцию этих металлов в растительности. Коэффициент биологического накопления для этих металлов составил 1,2–1,6; это свидетельствует о том, что концентрация в растительной золе в 1,2–1,6 раза выше, чем в проанализированных образцах почвы [20].

В исследовании состава волос 30 детей, постоянно проживающих в селе Яр-Сале (ЯНАО), выявлено чрезмерно высокое содержание цинка, меди, хрома и железа, что, вероятно, связано с качеством питьевой воды, употребляемой ими в пищу [21].

Частое потребление северной щуки связано с повышенной концентрацией ртути в крови жителей Крайнего Севера. Средняя концентрация общей ртути в мышцах упомянутой рыбы составила 188 мкг/кг, что в 2 раза больше по сравнению с плотвой и в 3–4 раза больше, чем у других исследованных видов рыб, широко потребляемых на территории северных регионов России [22, 23].

В ходе исследования, проведенного А.И. Сивцевой и др. (2020), выявлено высокое (выше литературных данных) содержание микроэлемента скандия в сыворотке крови долган, сывороточного никеля и марганца (без существенных половых различий). Однако имелись возрастные отличия: у молодых мужчин в возрасте 20–49 лет содержание никеля в сыворотке крови достоверно ($p = 0,009$) выше (79,0 мкг/л), чем у мужчин старше 49 лет (20,0 мкг/л). При этом у молодых женщин содержание фосфора в сыворотке крови также статистически значимо ($p = 0,037$) выше (154,60 мг/л), чем у пожилых (133,91 мг/л) [24, 25].

Основные особенности современного пищевого рациона

Результаты экспедиционных исследований показали, что использование в качестве пищи традиционных продуктов местной сырьевой базы и традиционная кухня коренных народностей позволяют обеспечить нормальный рост и развитие организма в условиях Крайнего Севера [13]. Однако в последнее время исследователи отмечают переход детского населения на западный тип питания [25], характеризующийся высоким содержанием углеводной пищи и низким содержанием белковых продуктов, главным образом оленины и рыбы. Так, отмечается недостаточное потребление жителями Сургута продуктов мясного происхождения, рыбных продуктов [26], а общий характер питания населения города не отвечает физиологическим потребностям [27].

Ряд авторов обнаружил, что особенности метаболизма у коренных жителей Севера определяются биологически сформированным особым типом питания с преобладанием доли жиров и белков в рационе (соотношение белков — жиров — углеводов 19: 53: 28) [28]. При этом имеются данные, подтверждающие необходимость приверженности к такому питанию. Так, параметры клеточной мембраны эритроцитов — концентрации мембранного ретинола в эритроцитах крови детей в возрасте 4–7 лет, проживающих на территории Таймыра, — на 38 % больше, чем у аналогичной возрастной группы Красноярска [29]. Однако фактически, по данным некоторых исследователей, среди детей северо-западных регионов России большую часть рациона составляют именно углеводы (65,3 %), и лишь малая часть принадлежит белкам и жирам (16,1 % и 18,6 % соответственно) [30].

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) играют ключевую роль в жировом обмене, борьбе с вредным действием холестерина и снижении рисков заболеваний сердца

и сосудов. Правильное соотношение ПНЖК ω -6/ПНЖК ω -3 позволяет повысить усвояемость не только липидов, но и некоторых витаминов¹.

Соотношение ПНЖК ω -6/ПНЖК ω -3 у оленеводов более благоприятно, чем у городских жителей [31]. В результате обследования 78 коренных жителей европейского севера России в возрасте 25–45 лет зарегистрированы более высокие уровни ПНЖК ω -3 (эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты) в плазме у оленеводов, имевших в рационе больше рыбы, чем у людей, не занимавшихся традиционными промыслами. Кроме того, у оленеводов, проживающих в отдаленных районах, выявлен более высокий уровень пальмитолеиновой кислоты и более низкий уровень линолевой кислоты в структуре общих липидов крови по сравнению с городскими жителями. Стоит отметить, что существенных половых и возрастных различий среди обследованных лиц по содержанию жирных кислот не обнаружено. При этом распространенность избыточного веса среди обследованных по индексу массы тела у оленеводов составила 53 %, а лиц, проживающих в городской среде, — 56 %. Кроме того, у оленеводов наблюдались статистически значимо более низкие уровни глюкозы в плазме крови ($p < 0,001$), в отличие от мужчин, проживающих в городах, что может свидетельствовать об употреблении низкоуглеводной пищи и преобладании традиционных продуктов питания в пищевом рационе, таких как оленина и рыба [32]. Отмечено, что арктическая рыба богата ПНЖК [33] и является основным источником йода, брома, селена меди и цинка для населения [22, 23]. В Ненецком автономном округе проанализирован рацион 249 жителей региона, из которых 87 % составили этнические ненцы. Результаты показали, что более половины участников исследования (51 %) никогда или практически никогда не ест жирную рыбу в качестве основного блюда, а 16,7 % потребляет ее лишь раз в месяц [34]. В исследовании меню-раскладок дошкольных образовательных учреждений в Ненецком автономном округе установлен дефицит птицы, рыбы и овощей в рационе детей, проживающих на сельских территориях. При этом в городских учреждениях, напротив, наблюдался профицит продуктов животного происхождения [35]. Однако в ходе систематизации обзора нами обнаружены противоположные данные. Так, исследование рациона питания 226 коренных жителей Ненецкого автономного округа свидетельствует о том, что основной пищей для тундровых ненцев остаются рыба и мясо. Более 81 % участников исследования заявило, что употребляет мясо чаще 1 раза в неделю, а 72,6 % употребляет рыбу с такой же частотой².

Обеспеченность макро- и микронутриентами

Помимо меню-раскладок в уже описанном исследовании проводилась оценка содержания витаминов и микроэлементов в рационе питания детей в возрасте 3–7 лет. Результаты показали, что фактическое содержание витаминов С, В₁, В₆, D, кальция и железа ниже оптимальных значений. Наибольший дефицит наблюдался по содержанию в рационе витамина В₆ и железа [36].

Результаты анализа уровня витамина D у 172 человек, проживающих на территории Арктической зоны России (ЯНАО), свидетельствуют о его дефиците у 35,2 % среди общего числа всех обследованных. При этом большая часть обследованных (81 %) представлена коренными жителями [37].

¹ Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva : World Health Organization, 2003. X, 149 p. URL: <https://clck.ru/3LSiAs> (date of access: 20.08.2024).

² Дедкова Л. С. Оценка рациона питания детей, посещающих городские и сельские дошкольные образовательные учреждения Ненецкого автономного округа // Евразийский союз ученых. 2015. № 4-7. С. 82–86. EDN: <https://www.elibrary.ru/XDSAEV>.

Сниженное содержание в сыворотке крови метаболита витамина D отмечено у 69 % обследованных старше 18 лет ($n = 178$), при этом коренное население было лучше обеспечено витамином D, а недостаток выявлялся в 1,3 раза реже [38]. Выраженной взаимосвязи между уровнем потребления рыбы и обеспеченностью витамином D не обнаружено [15]. Ряд исследователей считает, что именно переход от полукочевому к посттрадиционному образу жизни привел к снижению потребления традиционных продуктов питания среди коренных народов Российской Арктики. Так, например, при обследовании 178 представителей коренных народностей 18–60 лет определено низкое содержание 25-гидроксивитамина D у коренных жителей Арктической зоны России при их отказе от традиционного типа питания [38]. При обследовании 216 взрослых лиц, большая часть которых была представлена ненцами (72 %), постоянно проживающими на исследуемой территории, выявлен дефицит витамина D у 69 % [39].

А. Козлов и др. в сыворотке крови 178 ненцев и коми 16–60 лет, проживающих на арктических территориях России, определяли уровень витамина D. Результаты свидетельствуют о статистически значимо большем уровне витамина у кочевых ненцев и коми, занимающихся оленеводством, чем у оседлых жителей сельской местности, принявших участие в исследовании. Аналогичные данные получены при сравнении уровня витамина D между жителями сельской и городской местностей. Так, у оленеводов Ижмы содержание витамина было статистически значимо выше, чем у коренных народов Севера, проживающих в городских условиях [40].

Уровни витамина D могут варьироваться не только в зависимости от характера питания и принадлежности к коренному или пришлому населению, но и времени года. При исследовании сыворотки крови 913 жителей Архангельска выявлено, что доля лиц с достаточным уровнем витамина D была значимо выше в весенний период, нежели в зимнее и осеннее времена года. Авторы исследования заявляют, что не обнаружили корреляционной связи между уровнем витамина D в сыворотке крови обследованных лиц и продолжительностью светового дня. Однако стоит отметить, что вне зависимости от времени года у большей части обследованных лиц наблюдались уровни витамина D в сыворотке крови ниже физиологически оптимальных значений [41].

Необходимо учитывать возраст при оценке уровня витамина D у населения северных территорий России. Результаты анализа содержания витамина D в сыворотке крови 657 детей и 345 взрослых из числа жителей Архангельска свидетельствуют о существенных возрастных отличиях. Так, например, дети в возрасте 6–7 лет оказались обеспечены витамином D в наименьшей степени наравне с новорожденными, что, вероятно, связано с физиологически повышенной потребностью в этом витамине при активных процессах роста и развития детского организма. В наибольшей степени витамином D были обеспечены студенты, а также более возрастные участники исследования [42].

Выявлено отклонение в обеспеченности витаминами-антиоксидантами А, Е, С в ходе обследования 212 детей, являющихся представителями коренных национальностей, и пришлого населения 6–16 лет, проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре (ХМАО) [43]. Имеются данные о гиповитаминозе витамина А у коренного и витамина Е у пришлого населения детского возраста, а также дефицитной направленности в обеспеченности витамином С всех взрослых жителей, причем эти различия имели зависимость от пола. Так, среди общего числа обследованных детей (163 ребенка 7–17 лет из числа коренного населения, 165 детей из числа пришлого населения) у 45 % девочек зарегистриро-

ван глубокий дефицит витамина А, при этом у мальчиков этот показатель был ниже — 26 %. Дефицит витамина С среди детей пришлого населения отмечался у 32 %. Содержание витамина С у большинства детей коренных жителей находилось в пределах допустимых значений вне зависимости от пола. Средний уровень витамина Е у детей из числа пришлого населения находился ниже минимально допустимых физиологических значений, в отличие от детей, представляющих коренную национальность, которые были обеспечены витамином Е в достаточной степени [38, 44]. Среди детей и подростков, проживающих в северо-западных регионах России, дефицит витамина Е встречался в 53 % случаев, а в северо-восточной части, где западный высокоуглеводный тип питания популярен в меньшей степени, дефицит наблюдался лишь в 29 % случаев [29].

Сравнительный анализ содержания витаминов антиоксидантной системы в крови пришлого и коренного населения ХМАО показал, что обе группы были достаточно обеспечены витамином С. Однако содержание витамина Е у коренного населения было выше, чем у пришлого. При этом пришлое население было лучше обеспечено витамином А по сравнению с коренными жителями этого региона [45].

В ходе анализа содержания уровня жирорастворимых витаминов в крови 185 взрослых трудоспособных мужчин, проживающих на территории ЯНАО, выявлены оптимальные уровни витамина А у части обследуемых, относящихся к пришлому населению. При этом у лиц коренных народов наблюдался дефицит витамина А в крови. Содержание витаминов D и Е в крови пришлого населения было ниже референтных значений, а у коренных жителей уровень витамина Е находился в пределах физиологических значений. Около 50 % коренных жителей из числа обследуемых страдали дефицитом витамина А. У 70 % обследованных пришлох жителей наблюдались низкие уровни витамина D, а у 50 % — витамина Е. Вероятно, эти дефицитные состояния вызваны недостаточным потреблением витаминов с пищей, что обусловлено широким распространением вредных пищевых привычек, несбалансированностью питания и отказом от традиционных продуктов питания¹.

При анализе содержания витаминов в крови жителей Архангельской области и Республики Коми дефицит витамина С зарегистрирован лишь у 12 % обследованных лиц. Дефицит витаминов В₁ и В₂ составил 41 % и 30 % соответственно (без существенных половых различий). Среди обследованных наблюдался дефицит жирорастворимых витаминов. Так, например, недостаток витамина А выявлен у 41 %, а витамин Е был ниже физиологических значений у 47 % [46].

Анализ обеспеченности детского и юношеского населения приарктических ($n = 511$) и арктических регионов России ($n = 825$) свидетельствует о дефиците витаминов группы В у жителей этих территорий. Так, из общего числа обследованных лиц в приарктических регионах дефицит витамина В₁ встречался у 25 %, в арктических — 12,4 %. При этом дефицит витамина В₂ встречался практически с одинаковой частотой в приарктических (34 %) и арктических (30 %) регионах [47].

Отмечается дефицит β-каротина у 78 % совокупного (пришлого и коренного) населения в возрасте ($45,4 \pm 0,8$) года ($n = 216$), при этом доля лиц среди коренного населения составила 87 %. Недостаток витамина В₂ (< 5 нг/мл) обнаруживался у 34 % обследованных, витаминов Е ($< 0,8$ мг/дл) и А (< 30 мкг/дл) — 13–15 %. Коренное население было обеспечено витами-

¹ Корчин В. И., Лапенко И. В., Макаева Ю. С. Сравнительная обеспеченность витаминами А, Е, С взрослого населения северного региона // Символ науки: международный научный журнал. 2015. № 12-2. С. 212–217. EDN: <https://www.elibrary.ru/VDWMAV>.

ном B_2 несколько лучше — недостаток выявлялся в 1,8 раза реже. Пришлое население было лучше обеспечено витамином А и β -каротином — недостаток этих микронутриентов обнаруживался в 3,1 и 1,8 раза реже, чем среди коренных жителей [48]. Обнаружена статистически значимая связь между концентрацией β -каротина в крови и уровнем потребления его основных источников — фруктов и овощей [36].

По результатам исследования фактического питания и пищевого статуса 385 детей 10–12 лет из Лесосибирска выявлен дефицит йода легкой степени тяжести у 38,2 % населения; средней — 47,1 %; тяжелой — 23,5 %. При этом в исследовании не указано разделение на коренное и некоренное население. Отдельно стоит отметить, что содержание йода в организме детей коренной и некоренной национальности, проживающих в ХМАО, находилось на минимальном уровне, однако другие химические элементы (кальций и селен) были в пределах оптимальных значений [48].

У некоренного населения ЯНАО в сравнении с данными аборигенов отмечены более высокие концентрации кальция и магния на фоне более низкого содержания железа и марганца. При этом выявлена практически одинаковая обеспеченность меди и цинка лиц обеих групп (средний возраст обследуемых — $(38,3 \pm 9,6)$; $n = 173$) [18].

Результаты поперечного исследования, в котором участвовало 48 детей 7–17 лет, проживающих в Ямальском районе, показали статистически значимо большее содержание меди в волосах детей 13–17 лет, проживающих в Салехарде. У детей 7–11 лет отмечались превышения рекомендуемых уровней содержания металлов в волосах по меди (100 %), железу (66,7 %), марганцу (25,0 %) и цинку (22,2 %). Среди детей 13–16 лет наблюдались превышения по железу (70,0 %), меди (50,0 %), хрому (44,4 %), цинку (40,0 %) и марганцу (20,0 %) [49].

У 102 жителей Республики Карелии проанализирован состав волос затылочной части головы, из них более половины (56 %) — люди старше 60 лет, оставшаяся часть (44 %) — 20–25 лет. Результаты исследования показали повышенное содержание бора в волосах 9 % обследованных лиц 20–25 лет, 11 % старше 60 лет, без существенных половых отличий. При этом повышенное содержание ртути встречалось значимо чаще у возрастных лиц (21,0 %) нежели молодых (6,7 %). Повышенный уровень свинца в волосах обследованных старше 60 лет также встречался чаще (8,8 %), чем у лиц 20–25 лет (2,2 %). У подавляющего большинства обследованных лиц обеих возрастных групп выявлен дефицит кобальта (86,3 %). У 72 % из общего числа обследованных лиц выявлен дефицит магния. Также у 78,4 % выявлен дефицит кальция, причем у 43 % обследованных недостаток этого элемента был существенным, что, вероятно, связано с низким уровнем выработки витамина D ввиду климатических особенностей этого региона [50].

Установлены статистически значимо более высокие концентрации кальция и магния на фоне более низкого содержания железа и марганца у пришлое населения ЯНАО в сравнении с данными аборигенов ($p < 0,001$ – $0,011$). Стоит отметить, что у трети исследованных лиц (32,1 %), относящихся к коренному населению, обнаружен избыток содержания железа в волосах, большая часть обеспечена оптимально, и лишь у 7,5 % выявлен небольшой дефицит. При этом выявлена практически одинаковая обеспеченность медью и цинком лиц обеих групп. Также у аборигенов отмечено более высокое содержание в волосах хрома ($p = 0,046$), селена ($p < 0,001$), ртути ($p = 0,019$), кадмия ($p = 0,030$) и незначительное превышение по свинцу. Авторы показали, что жители ЯНАО (особенно коренные) относятся к группе риска из-за повышенного накопления в их организме токсичных элементов на фоне дефицита жизненно необходимых [51].

При обследовании 236 детей, постоянно проживающих в Республике Коми, дефицит цинка наблюдался у 34 % обследованных лиц, относящихся к коренным народам. При этом у потомков пришлого населения дефицит цинка выявлен в 36 % случаев. В этом же исследовании в волосах обследованных детей определялись высокие уровни свинца и меди, что, вероятно, связано с низким уровнем цинка, который является антагонистом этих металлов [52]. При этом существуют данные, свидетельствующие об отсутствии дефицита цинка у взрослого населения, проживающего на территории ЯНАО. В обследовании 185 человек, из которых 97 относились к коренным народам Севера, а оставшаяся часть к пришлому населению, показано, что уровень цинка в крови хоть и не был на высоком уровне, но находился в пределах оптимальных физиологических значений. Однако у пришлого населения, в отличие от коренного, наблюдался дефицит селена в крови¹.

Сравнительный анализ макро- и микроэлементного состава рациона питания юношей Магаданской области ($n = 190$) и Чукотки ($n = 88$) показал, что прошлое и аборигенное население этих регионов недостаточно обеспечено практически всеми основными витаминами. Так, например, рацион пришлого населения (европеоидного) недостаточно обеспечен витамином D у всех обследованных лиц на Чукотке, при этом среди аборигенного населения 49 % недополучают этот витамин с пищей. Обеспеченность витамином E также была выше у коренного населения — дефицит в рационе составил 22 % против 36 % у пришлого населения [53].

Метаболические и генетические особенности

Приток пришлого населения в северные районы диктует необходимость изучения особенностей метаболизма коренного и пришлого населения для поиска путей адаптации последних. Известно, что у коренного и пришлого населения северных территорий формируется особый тип метаболизма — по сравнению с жителями умеренных широт изменяются углеводный, липидный обмен, гормональный статус. Снижается энергетическая роль углеводов, но вместе с этим повышается роль жиров и белков [54], что делает особенно острой проблему дефицита последних в пищевом рационе.

Коренное население, будучи приспособленным к климатогеографическим условиям проживания, имеет ряд генетических особенностей. Так, в сравнении с жителями умеренных широт на 30 % повышается скорость метаболизма [54]. У детей коренных народов генетически снижен уровень лизофосфатидилхолина, обеспечивающего нормальную функцию легких и обновляемость клеточных мембран, хотя это и не оказывает пагубного воздействия на организм при приверженности к традиционному типу питания [27, 28]. Непереносимость лактозы у коренных этнических групп арктических и субарктических территорий России встречается чаще, чем в выборках славянской (40–49 %) и финно-пермской (коми-пермяцкой и удмуртской, 50–59 %) групп. Так, распространенность гиполактазии взрослого типа (C/C-13910) среди представителей коренных народностей, имевших четырех ненецких бабушек и дедушек, составила 90 % [47]. Однако у коренных народностей, имеющих в роду меньшее количество предков такой же этнической принадлежности, согласно этому же исследованию, распространенность гиполактазии была ниже. У других народов, населяющих территории Крайнего Севера России, наблюдается следующая частота гиполактазии среди коренных народностей: кильдинских саамов — 48 %; коми-ижемцев —

¹ Состояние окислительного метаболизма у коренного и пришлого населения Ямало-Ненецкого автономного округа / В. И. Корчин, Л. Н. Бикбулатова, Т. Я. Корчина, Е. А. Угорелова // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 7-2. С. 106–109. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.109.7.054>.

63 %; северных манси — 71 %; северных хантов — 72 %; западносибирских ненцев — 78 % [54]. Вместе с тем результаты генотипирования показали наличие особенностей у жителей территории Крайнего Севера России и Российской Арктики, которые обуславливают дефицит витамина D. Статистически значима связь между аллелью С полиморфизма rs2228570 гена *VDR*¹ и дефицитом витамина D — дефицит в таком случае выявлялся в 2,3 раза чаще ($p < 0,05$) [35]. Помимо этого, у коренного населения Арктической зоны России имеется статистически значимая ассоциация генотипа АА полиморфизма rs9939609 гена *FTO*² с дефицитом витамина D [55]. У коренного населения частота встречаемости такого генотипа составила 71,1 %, в то время как в европейской части России она составляет 57,8 %. Отметим также, что в группе коренного населения у носителей генотипов СС и СТ уровень витамина D был статистически значимо ниже, чем у носителей ТТ-генотипа. Частота выявления дефицита этого витамина у гомозиготных носителей аллели С (45,5 %) была в 5,5 раза выше, чем среди носителей ТТ-генотипа ($p < 0,01$).

Известно, что особенности распространенности ожирения связаны также и с наличием генетических полиморфных вариантов. Полиморфизм аллели А гена *FTO*, ассоциированный с ожирением и риском развития метаболического синдрома, встречался у коренного населения в 1,4 раза реже, чем у пришлого ($n = 175$; $p < 0,05$). Также обнаружена положительная ассоциация аллели Т полиморфизма rs659366 гена *UCP2*³ с риском развития ожирения в группе обследованных, проживающих в Арктической зоне. При этом содержание жира у лиц, относящихся к пришлому населению, среди обследованных было на 12 % больше, чем у коренного населения (ненцев) ($p < 0,05$) [56].

Пришрое население имеет совершенно разные метаболические, генетические особенности. Так, согласно данным Всероссийской переписи населения 2020 г., на территории ЯНАО проживают представители более 60 национальностей⁴, часть из которых не является традиционными жителями северных регионов России. Известно, что адаптация человека к экстремальным природным условиям Севера включает в себя перестройку всех видов обмена — изменяется метаболизм белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов [57]. У пришлого населения подчеркивается нарастающая недостаточность жирорастворимых витаминов, в частности α -токоферола, β -каротина, и витаминов группы В⁵. Установлено, что уровень перекисного окисления липидов у населения северных территорий выше, чем у населения, живущего в средних географических широтах [58], что, вероятно, в условиях адаптации к новым климатогеографическим условиям создает дефицит экзогенных антиоксидантов. Наряду с этим имеются данные о более высокой частоте выявления метаболического синдрома у жителей северных регионов [59], который, хотя и связан с нарушением углеводного обмена, может быть серьезно усугублен на ранних стадиях своего развития витаминной недостаточностью [60, 61].

Обсуждение

В обзоре обобщены материалы о содержании токсических веществ в окружающей среде и пище, характерной для северных территорий России. Приведены данные об обеспечен-

¹ *VDR* — ген рецептора витамина D (англ. Vitamin D Receptor Gene).

² *FTO* — ген, ассоциированный с жировой массой и ожирением (англ. Fat Mass and Obesity-Associated Gene).

³ *UCP2* — ген разобщающего белка 2 (англ. Uncoupling Protein 2 Gene).

⁴ Итоги ВПН-2020. Том 5 Национальный состав и владение языками // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://clck.ru/3LTfL3> (дата обращения: 20.08.2024).

⁵ Итоги ВПН-2020 ... URL: <https://clck.ru/3LTfL3> (дата обращения: 20.08.2024).

ности макро- и микронутриентами жителей этих территорий, генетических особенностях дефицитных состояний и усвояемости отдельных компонентов потребляемой пищи для коренного и пришлого населения. Выявлено, что постепенный переход на западный тип питания населения Русского Севера приводит к повышенному потреблению углеводов и недостаточному жиров и белков за счет снижения потребления традиционной пищи — оленины и рыбы. Большинство исследователей отмечает дефицит витаминов А, Е, С и D, причем последний усугубляется также и генетическим фактором у коренных народов (полиморфизм гена *VDR*). Выявлен дефицит йода у детского и взрослого коренного и смешанного населения. Содержание тяжелых металлов в биосредах организма зачастую связано с геохимическими особенностями территории проживания и употреблением местной рыбы — щуки северной (ртуть) либо морской (свинец). Гиполактазия взрослого типа у аборигенного населения отмечается чаще, чем в славянской и финно-пермской группах, и в некоторых популяциях достигает 90 %.

Настороженность для здоровья местного населения вызывает как употребление традиционных продуктов, в которых могут содержаться тяжелые металлы и другие загрязнители среды обитания, опасные для здоровья человека, так и дефициты нутриентов, особенно необходимых организму для нормальной адаптации к экстремальным климатогеографическим условиям северных регионов России.

В ходе работы выявлены противоречивые данные о частоте употребления рыбы и продуктов мясного происхождения коренными жителями ЯНАО. Вероятно, это связано с тем, что жители этого региона все еще находятся на этапе перехода на западный высокоуглеводный тип питания и отказа от традиционных продуктов питания. Кроме того, определенную роль в выявленных противоречиях играют климатогеографические различия внутри конкретного исследованного субъекта России ввиду его расположения в сразу большом числе широт. По причине отсутствия сложной и развитой дорожной инфраструктуры, в т. ч. железнодорожного транспорта, в этом регионе и сезонным закрытием путей движения водного транспорта доставка продуктов питания в некоторых районах возможна только наземным автомобильным транспортом, что также оказывает существенное влияние на возможность населения включать в рацион рыбу, мясо и мясные изделия, растительную и другую пищу. Также существенный вклад в состав рациона населения северных регионов вносят социально-экономические факторы и приверженность традиционному образу жизни населения. Говоря про детское население, стоит обратить внимание на организованное питание в детских дошкольных и школьных учреждениях, меню-раскладки которых следует составлять с учетом общих тенденций обеспеченности теми витаминами и минералами, которые находятся в дефиците у большинства.

Для предотвращения развития патологических состояний, связанных с вышеупомянутыми факторами, необходимо как обогащение рациона у лиц, проживающих на северных территориях России, так и прием поливитаминных комплексов. Например, опыт проведения курсов биологической профилактики в Свердловской области [3, 4] может быть экстраполирован на северные территории России.

При разработке профилактических мероприятий в отношении жителей Крайнего Севера России необходимо учитывать половые и возрастные, а также географические отличия особенностей рациона питания и обеспеченности микро- и макроэлементами, описанные в настоящем обзоре.

Заключение

Результаты исследований, представленных в настоящем обзоре, демонстрируют влияние отказа от традиционных продуктов питания в пользу высокоуглеводной пищи жителями северных территорий России и, как следствие, недостаточное обеспечение микро- и макронутриентами, а также витаминами. Дефицит последних, нерациональное соотношение жиров, белков и углеводов в пище и другие, описанные в обзоре, особенности питания жителей северных территорий России обуславливают риски для здоровья населения изучаемых регионов.

Для сохранения здоровья населения, проживающего на северных территориях России, необходима профилактическая стратегия, с одной стороны, направленная на обогащение витаминами и минералами пищевых рационов, с другой — повышающая устойчивость организма к вредному действию токсических агентов, которые могут присутствовать в традиционных пищевых продуктах.

Список литературы | References

1. Katsnelson BA, Morosova KI, Velichkovski BT, Aronova GV, Genkin AM, Rotenberg YS, et al. Anti-silikotische Wirkung von Glutamat. *Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Präventivmedizin*. 1984;19(7):153–156. (In Germ.).
2. Sutunkova MP. Inhibition of harmful effects of chrysotile asbestos with a complex of bioprotectors (an experimental study). *Bulletin of Eastern-Siberian Scientific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2009;(1):260–264. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/JWGC MC>.
3. Sutunkova MP, Soloboyeva JI, Bushuyeva TV, Makeyev JH, Beresneva OYu. Appraisal of the effectiveness of a controlled course of the biological prophylaxis of environmentally induced diseases in children dwellers of the Asbest city. *Ural Medical Journal*. 2010;(2):33–35. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/MV LMLR>.
4. Katsnelson BA, Degtyareva TD, Privalova LI, Solobiyeva JI, Kireyeva EP, Minigalieva IA, et al. Biological prophylaxis of environmentally caused human health disorders: Theoretical background, experimental data, evaluation of efficacy, and practical realization. *Biosfera*. 2010;2(3):375–385. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/MZJFDF>.
5. Mazhaeva TV, Gurvich VB, Sutunkova MP, Chernova JS, Yarushin SV, Chebotarkova SA, et al. Approaches to Identifying Markers of Effect of Environment and Nutrition in Preschoolers. *Public Health and Life Environment — PH&LE*. 2024;32(10):73–80. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-10-73-80>.
6. Katsnelson BA, Degtyareva TD, Soloboyeva JI, Privalova LI. Biological prophylaxis as a system of measures aimed at enhancing children's resistance to toxic exposure. *System Integration in Health Care*. 2009;(1):30–34. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/KX MWIJ>.
7. Katsnelson BA, Soloboyeva JI, Degtyareva TD, Privalova LI, Sutunkova MP. [Podhody k organizacii biologicheskoy profilaktiki vrednogo vliyaniya himicheskogo zagryazneniya sredy obitaniya na zdorov'e naseleniya] Approaches to the organization of biological prevention of harmful effects of chemical pollution on public health. *Ural Medical Journal*. 2007;(11 Suppl):33–35. (In Russ.). Available from: <https://clck.ru/3LWYvE> [accessed 18 April 2025].
8. Krasnopevtsev VM, Timonov MA, Kyushko YaI, Petrova GA, Zherebilova TN, Khristenko PP, et al. Comparative assessment of indices of the health state, diet and metabolism among students living under conditions of the Far North. *Hygiene and Sanitation*. 1978;(3):44–49. (In Russ.). Available from: <https://clck.ru/3LSBLw> [accessed 8 September 2024].
9. Katsnelson BA, Privalova LI, Gurvich VB, Kuzmin SV, Kireyeva EP, Minigalieva IA, et al. The role of bio-prevention in the framework of managing occupational and environmental chemical risks to population health. *Toxicological Review*. 2015;(1):10–21. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/LBMSPR>.
10. Privalova LI, Klinova SV, Minigalieva IA, Ryabova IuV, Sutunkova MP, Makeev OG, et al. An experimental trial of bioprophylactic formula designed to minimize combined toxicity of both lead and cadmium. *Hygiene and Sanitation*. 2020;99(1):85–89. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/YZQCOS>.
11. Privalova LI, Sutunkova MP, Minigaliyeva IA, Klinova SV, Ryabova IuV, Solovyova SN, et al. Experimental assessments of metallic and metal oxide nanoparticles' toxicity. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*; 2019. Vol. 699: SPM-2019-RCWDFM Joint International Conference 25–28 August 2019, Ekaterinburg, Russian Federation. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/699/1/012037>.

12. Kleyn SV, Zemlyanova MA, Koldibekova YuV, Glukhikh MV. Climatic and chemical health risk factors for people living in Arctic and sub-Arctic regions: Population and sub-population levels. *Health Risk Analysis*. 2022;(3):39–52. DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.3.03.eng>.
13. Ivanova GV. Ecological features of indigenous children's nutrition in Far North. *Human Ecology*. 2006;(8): 9–11. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/HTJVFVX>.
14. Andronov S, Lobanov A, Popov A, Luo Y, Shaduyko O, Fesyun A, et al. Changing diets and traditional life-style of Siberian Arctic Indigenous Peoples and effects on health and well-being. *Ambio*. 2021;50(11):2060–2071. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01387-9>.
15. Kozlov A, Khabarova Y, Vershinsky G, Ateeva Y, Ryzhaenkov V. Vitamin D status of northern indigenous people of Russia leading traditional and “modernized” way of life. *International Journal of Circumpolar Health*. 2014;73(1):26038. DOI: <https://doi.org/10.3402/ijch.v73.26038>.
16. Nikiforova NA, Karapetyan TA, Dorshakova NV. Feeding habits of the northerners (literature review). *Human Ecology*. 2018;(11):20–22. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/YNWBUL>.
17. Dudarev AA, Pasternak SY, Pasternak I, Chupakhin VS. Traditional diet and environmental contaminants in coastal chukotka I: Study design and dietary patterns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(5):702. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16050702>.
18. Sobolev N, Nieboer E, Aksenov A, Sorokina T, Chashchin V, Ellingsen DG, et al. Concentration dataset for 4 essential and 5 non-essential elements in fish collected in Arctic and sub-Arctic territories of the Nenets Autonomous and Arkhangelsk regions of Russia. *Data in Brief*. 2019;27:104631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104631>.
19. Makarov DA, Ovcharenko VV, Nebera EA, Kozhushkevich AI, Shelepchikov AA, Turbabin KA, et al. Geographical distribution of dioxins, cadmium and mercury concentrations in reindeer liver, kidneys and meat in the Russian Far North. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022;29(8):12176–12187. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16310-2>.
20. Evseev AV, Krasovskaya TM. Toxic metals in soils of the Russian North. *Journal of Geochemical Exploration*. 2017;174:128–131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jgexplo.2015.05.018>.
21. Zhurba OM, Rukavishnikov VS, Merinov AV, Alekseyenko AN. The content of petroleum products, benzo (a)pyrene and heavy metals in soils of Yamal-Nenets Autonomous District and heavy metals in the hair of children. *Hygiene and Sanitation*. 2016;95(6):521–524. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/WHPWGR>.
22. Sobolev N, Aksenov A, Sorokina T, Chashchin V, Ellingsen DG, Nieboer E, et al. Iodine and bromine in fish consumed by indigenous peoples of the Russian Arctic. *Scientific Reports*. 2020;10(1):5451. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62242-1>.
23. Sobolev N, Aksenov A, Sorokina T, Chashchin V, Ellingsen DG, Nieboer E, et al. Essential and non-essential trace elements in fish consumed by indigenous peoples of the European Russian Arctic. *Environmental Pollution*. 2019;253:966–973. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.07.072>.
24. Kozlov AI. Hypolactasia in the indigenous populations of northern Russia. *International Journal of Circumpolar Health*. 1998;57(1):18–21. PMID: <https://pubmed.gov/9567572>.
25. Sivtseva AI, Sivtseva EN, Shadrina SS, Melnikov VN, Boyakova SI, Dokhunaeva AM. Microelement composition of serum in Dolgans, indigenous inhabitants of the Russian Arctic, in the conditions of industrial development of territories. *International Journal of Circumpolar Health*. 2020;79(1):1764304. DOI: <https://doi.org/10.1080/22423982.2020.1764304>.
26. Danilova NI, Istomin AV, Raengulov BM, Kryuchkova EN, Kondratovich SV. Alimentary status of children of aboriginal population of the North. *Kazan Medical Journal*. 2003;84(2):145–147. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/HRMHVZ>.
27. Gogadze NV, Turchaninov DV, Vilms EA, Boyarskaya LA, Turchaninova MS. Hygienic assessment of nutrition adult population of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra. *Public Health and Life Environment — PH&LE*. 2015;(3):22–24. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/TQMISV>.
28. Gogadze NV, Turchaninov DV. Comparative hygienic characteristics of nutrition in the population of the Khanty-Mansi Autonomous District — Yugra and the Omsk Region (for example Surgut and Omsk). *Natsional'nye Prioritety Rossii*. 2017;(4):161–164. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/ZICCYD>.
29. Darenskaya MA. Peculiarities of metabolic reactions in indigenous and migrant populations of the North and Siberia. *Bulletin of Eastern-Siberian Scientific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*. 2014;(2):97–103. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/SIZJNL>.
30. Bichkaeva FA, Tretyakova TV, Vlasova OS, Gorelov AV, Loskutova AV, Godovykh TV, et al. Tocopherol and fat acids containing in blood at children and adolescents in the North. *Human Ecology*. 2010;(3):44–49. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/KZVBDJ>.
31. Kolodyazhnaya TA, Tereshchenko VP, Manchuk VT, Novitskaya VP. The age peculiarities of structural functional state of erythrocyte membranes in native children of Taymir. *Bulletin of Eastern-Siberian Sci-*

- entific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences. 2005;(6):47–52. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/LGKWYV>.
32. Lyudinina AY, Eseva TV, Potolitsyna NN, Chernykh AA, Bojko ER. Fatty acids composition and food consumption among reindeer herders and urban inhabitants of the European North of Russia. *Rural and Remote Health*. 2014;14(2):2539. DOI: <https://doi.org/10.22605/RRH2539>.
 33. Dvoretzky AG, Bichkaeva FA, Vlasova OS, Andronov SV, Dvoretzky VG. Fatty acid content of four salmonid fish consumed by indigenous peoples from the Yamal-Nenets Autonomous Okrug (Northwestern Siberia, Russia). *Animals*. 2022;12(13):1643. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12131643>.
 34. Petrenya N, Brustad M, Cooper M, Dobrodeeva L, Bichkaeva F, Lutfalieva G, et al. Serum apolipoproteins in relation to intakes of fish in population of Arkhangelsk County. *Nutrition & Metabolism*. 2012;9(1):51. DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-51>.
 35. Belova N, Lavrinov P, Vorobyova N, Zueva T, Ayvazova E. Alimentary status of native population of the Nenets Autonomous Area. *Human Ecology*. 2013;(7):10–14. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco17327>.
 36. Baturin AK, Sorokina EYu, Vrzhesinskaya OA, Beketova NA, Sokolnikov AA, Kobelkova IV, et al. The study of the association between rs2228570 polymorphism of VDR gene and vitamin D blood serum concentration in the inhabitants of the Russian Arctic. *Problems of Nutrition*. 2017;86(4):77–84. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/ZFTKJL>.
 37. Beketova NA, Vrzhesinskaya OA, Keshabyants EE, Kobelkova IV, Denisova NN, Kodentsova VM. Evaluation of vitamin status of the population of the Russian Arctic according to the data on vitamin consumption and serum level. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2019;27(1):41–48. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ201927141-48>.
 38. Korchina TYa, Kozlova LA, Korchina IV, Glushchenko ED, Yambartsev VA. Analyses of vitamins A, E and C provision of schoolchildren of the radical and not radical nationality Ugra North. *Bulletin of Ugric Studies*. 2011;(2):166–174. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/PARPHZ>.
 39. Beketova NA, Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Keshabyants EE, Sokolnikov AA, Kosheleva OV, et al. Vitamin status of rural residents, living in Russian Arctic. *Problems of Nutrition*. 2017;86(3):83–91. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/ZFQFDP>.
 40. Kozlov A, Khabarova Y, Vershubsky G, Ateeva Y, Ryzhaenkov V. Vitamin D status of northern indigenous people of Russia leading traditional and “modernized” way of life. *International Journal of Circumpolar Health*. 2014;73(1):26038. DOI: <https://doi.org/10.3402/ijch.v73.26038>.
 41. Kostrova GN, Malyavskaya SI, Lebedev AV. Vitamin D levels in residents of Arkhangelsk during different seasons of the year. *Journal of Medical and Biological Research*. 2022;10(1):5–14. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z085>.
 42. Malyavskaya SI, Kostrova GN, Lebedev AV, Golyshcheva EV, Karamyan VG. 25 (OH)D levels in the population of Arkhangelsk City in different age groups. *Human Ecology*. 2018;25(1):60–64. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-1-60-64>.
 43. Korchina TYa, Sorokun IV. System analysis of parameters of quasi-attractors of behavior of the state vector of antioxidant activity in indigenous and non-indigenous adult population of Yugra. *Journal of New Medical Technologies*. 2009;16(1):206–208. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/LAMVVJ>.
 44. Privalova AG. Comparative system analysis of functional and biochemical status of native and non-native children residing in Yugra. *Surgut State Pedagogical University Bulletin*. 2009;(1):38–46. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/MGWLPN>.
 45. Korchin VI, Bikbulatova LN, Korchina TYa. Specific features of fat-soluble vitamins in the indigenous and administrative population of the far north. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2021;22(3):13–16. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36361/1814-8999-2021-22-3-13-16>.
 46. Potolitsyna NN, Bojko ER. Vitamin status in residents of the European North of Russia and its correlation with geographical latitude. *Journal of Medical and Biological Research*. 2018;6(4):376–386. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2018.6.4.376>.
 47. Vlasova OS, Bichkaeva FA, Volkova NI, Tretykova TV. Correlations of carbohydrate metabolism indexes, provision of bioelements, B1, B2 vitamins in children and adolescents in the North. *Human Ecology*. 2016;23(6):15–20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-6-15-20>.
 48. Shevchenko IYu. Health and nutritional behaviour of children of the Krasnoyarsk North. *Herald Mechnikov Saint-Petersburg State Medical Academy*. 2008;(1):39–41. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/NTMVKT>.
 49. Zhurba OM, Efimova NV, Merinov AV, Alekseyenko AN. Biological monitoring of content of heavy metals in hair of children in the Arctic zone of Russia. *Human Ecology*. 2018;25(5):16–21. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-5-16-21>.
 50. Vinogradova, IA, Varganova, DV, Lugovaya, EA. Gender and age related macro- and trace minerals estimation survey among the European North residents. *Advances in Gerontology*. 2022;12(3):286–293. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079057022030158>.

51. Bikbulatova LN. Elemental status of the adult population of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Journal of Medical and Biological Research*. 2021;9(3):248–257. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z062>.
52. Bakaeva EA, Ereneyshvili AV. Contents of some trace elements in biosubstrates of preschool children of Northern European in Russia. *Human Ecology*. 2016;23(4):26–31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-4-26-31>.
53. Averyanova IV, Vdovenko SI. Comparative analysis of macro- and micronutrient profile of young males in the Russian northeast. *Social Aspects of Population Health*. 2021;(2):13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-67-2-13>.
54. Khabarova Y, Grigoryeva V, Tuomisto S, Karhunen PJ, Mattila K, Isokoski M. High prevalence of lactase non-persistence among indigenous nomadic Nenets, North-West Russia. *International Journal of Circumpolar Health*. 2012;71(1):17898. DOI: <https://doi.org/10.3402/ijch.v71i0.17898>.
55. Pogozheva AV, Sorokina EY, Sokolnikov AA. Associations between obesity and vitamin D availability depending on the rs2228570 polymorphism of the VDR gene and rs9939609 polymorphism of the FTO gene in the midland and the Extreme North of Russia. *Almanac of Clinical Medicine*. 2019;47(2):112–9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2019-47-015>.
56. Baturin AK, Sorokina EYu, Pogozheva AV, Keshabyants EE, Kobelkova IV, Kambarov AO, et al. The association of rs993609 polymorphisms of gene FTO and rs659366 polymorphisms of gene UCP2 with obesity among Arctic Russian population. *Problems of Nutrition*. 2017;86(3):32–39. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/ZFQEZT>.
57. Gridin LA, Shishov AA, Dvornikov MV. Features adaptation reactions of human in Far North. *Public Health and Life Environment*. 2014;(4):4–6. (In Russ.). EDN: <https://www.elibrary.ru/SBXOWL>.
58. Potolitsyna NN, Bojko ER, Orr P. Lipid metabolism indices and their correlation with vitamin D levels in indigenous populations of northern European Russia. *Human Physiology*. 2011;37(2):184–187. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0362119711020174>.
59. Boiko ER, Evdokimov VG, Vakhnina NA, Shadrina VD, Potolitsyna NN, Varlamova NG, et al. Seasonal aspects of the oxidative stress in Northerners. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2007;41(3):44–48. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/IATZSJ>.
60. Ivanova EG, Potemina TE. Metabolic syndrome in patients with arterial hypertension living in the far north (on the example of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra). *Obesity and Metabolism*. 2022;19(4):396–403. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/omet12777>.
61. Kodentsova VM, Risnik DV, Sharafetdinov KK, Nikityuk DB. Vitamins in diet of patients with metabolic syndrome. *Therapeutic Archive*. 2019;91(2):118–125. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.02.000097>.

Информация об авторах

Карен Мерсопович Никогосян — младший научный сотрудник отдела токсикологии и биофилактики, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих пром-предприятий, Екатеринбург, Россия.

E-mail: nikoghosyankm@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0780-5733>

Марина Петровна Сутункова — доктор медицинских наук, директор, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия; заведующий кафедрой гигиены и медицины труда, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: sutunkova@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1743-7642>

Юлия Владимировна Рябова — кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией научных основ биологической профилактики, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия.

E-mail: ryabova@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2677-0479>

Илина Закарияновна Мустафина — кандидат медицинских наук, заведующий учебной частью, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3960-6830>

Ильзира Амировна Минигалиева — доктор биологических наук, заведующий отделом токсикологии и биопрофилактики, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия.

E-mail: ilzira@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1871-8593>

Татьяна Васильевна Мажаева — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отделом гигиены питания, качества и безопасности продукции, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия.

E-mail: mazhaeva@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8566-2446>

Влада Андреевна Батенёва — лаборант-исследователь отдела токсикологии и биопрофилактики, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия.

E-mail: bateneva@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4694-0175>

Лада Владимировна Шабардина — младший научный сотрудник отдела токсикологии и биопрофилактики, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия.

E-mail: lada.shabardina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8284-0008>

Information about the authors

Karen M. Nikogosyan — Junior Researcher of the Department of Toxicology and Bioprophylaxis, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: nikoghosyankm@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0780-5733>

Marina P. Sutunkova — Doctor of Sciences (Medicine), Director, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia; Head of the Department of Occupational Hygiene and Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: sutunkova@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1743-7642>

Yuliya V. Ryabova — Candidate of Sciences (Medicine), Head of the Laboratory of Scientific Foundations of Bioprophylaxis, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: ryabova@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2677-0479>

Ilina Z. Mustafina — Candidate of Sciences (Medicine), Head of the Study Section, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3960-6830>

Ilzira A. Minigalieva — Doctor of Sciences (Biology), Head of the Department of Toxicology and Bioprophylaxis, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: ilzira@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1871-8593>

Tatyana V. Mazhaeva — Candidate of Sciences (Medicine), Leading Researcher, Head of the Department of Nutrition Hygiene, Food Quality and Safety, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: mazhaeva@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8566-2446>

Vlada A. Bateneva — Laboratory Technician and Researcher, Department of Toxicology and Bioprophylaxis, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: bateneva@ymrc.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4694-0175>

Lada V. Shabardina — Junior Researcher of the Department of Toxicology and Bioprophylaxis, Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: lada.shabardina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8284-0008>

Рукопись получена: 20 августа 2024. Одобрена после рецензирования: 19 января 2025. Принята к публикации: 8 апреля 2025.

Received: 20 August 2024. Revised: 19 January 2025. Accepted: 8 April 2025.