

ПРОБЛЕМНАЯ СТАТЬЯ

ОЦЕНКА И КОРРЕКЦИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА НАСЕЛЕНИЯ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

А.В. Скальный*

Российский университет дружбы народов, Москва

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославль

Институт биоэлементологии Оренбургского государственного университета, Оренбург

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва

РЕЗЮМЕ. В последние 40–50 лет в развитых странах мира на национальном и наднациональном уровнях проводятся массовые обследования населения в различных регионах с целью установления референтных значений содержания химических элементов в биосубстратах человека, в основном в сыворотке крови, моче, реже в цельной крови, волосах, ногтях. На основании полученных результатов, аккумулируемых в специальных базах данных, делаются выводы об элементном статусе популяций и различных групп населения и его влиянии на медицинские и демографические показатели, формируется политика государств, их союзов (ЕС) и международных организаций (ВОЗ, ЮНИСЕФ, ЮНЕСКО и др.) в отношении питания населения, качества жизни, продовольственной и экологической безопасности. Широко известны масштабные проекты по изучению обеспеченности населения различных регионов йодом, железом, цинком, селеном и нагрузке тяжелыми металлами и мышьяком.

Группой специалистов под руководством проф. А.В. Скального (сотрудники АНО «Центр биотической медицины» (Москва), Института биоэлементологии Оренбургского государственного университета, Института токсикологии ФМБА России) в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 гг.)» проведено комплексное неинвазивное исследование элементного статуса населения России (обследовано 65000 детей и взрослых в 80 регионах на содержание 25 химических элементов). В качестве диагностического биосубстрата были использованы волосы, преимущества которых при проведении массовых медико-экологических исследований хорошо известны. Получены сведения о фоновых уровнях химических элементов у населения различных регионов, сформирована база данных, позволяющая получить референтные значения содержания химических элементов в волосах для большинства изученных регионов, опубликованы руководство в 5-ти частях и Атлас «Элементный статус населения России».

Установлена связь между распространенностью в регионах дефицитов макро- и микроэлементов, накоплением токсикантов и многочисленными медицинскими и демографическими показателями. На основании полученных данных предлагается разрабатывать и внедрять региональные программы по улучшению демографических показателей, повышению качества жизни населения и уровня общественного здоровья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, население, регионы, заболеваемость, демография.

ВВЕДЕНИЕ

Следует отметить, что в последние годы интерес к изучению влияния качества среды обитания и питания на рост так называемых болезней цивилизации или неинфекционной патологии значительно возрос во всем мире (WHO, 1996), прежде всего в экономически развитых странах и в государствах с бурно развивающейся экономи-

кой (Индия, Бразилия, Китай). В целом ряде стран осуществляются многолетние масштабные программы по определению референтных интервалов (нормативов) и созданию банков биопроб и баз данных по содержанию химических элементов в биопробах. Одно из первых исследований и банк данных появились в Великобритании в 1965 г. на базе SEL (Stable Element Laboratory,

* Адрес для переписки:

Скальный Анатолий Викторович

E-mail: skalny3@gmail.com

Sutton, Surrey), созданной по решению национального совета по радиационной защите. Затем исследования и банки данных появились в странах Евросоюза – Италии (1990), Великобритании, Дании, Бельгии (1994) и др., Чехии и Словакии (1995) для цельной крови, плазмы крови и мочи (Minoia et al., 1990; Cornelis et al., 1994; Hamilton et al., 1994; Poulsen et al., 1994; Kucera et al., 1995; White, Sabbioni, 1998). С 1980 по 1989 гг. рабочая группа ученых-экспертов из США, Бельгии, Австрии под патронажем Гарвардского университета (США) и МАГАТЭ подготовила отчет об исследованиях, которые необходимы для получения данных о минеральном составе тканей организма человека, ставший методической основой для создания банков данных по контролю за элементным статусом популяций (Iyengar, 1989). Особую активность в плане исследований по накоплению данных об элементном составе биопроб человека проводит с 1980-х гг. МАГАТЭ с целью выработки методов контроля за локальными и глобальными изменениями распределения химических элементов в среде обитания населения регионов, особенно прилегающих к объектам атомной энергетики (IAEA, 1980, 1997). ВОЗ в 1973 и 1996 гг. опубликовала доклады своих экспертов о роли микроэлементов в питании и здоровье человека (WHO, 1973, 1996). В последние годы исследования накопления химических элементов в биосубстратах человека с установлением фоновых уровней содержания химических элементов ведутся в Китае, Японии, Иране, Германии и ряде других стран. Международная рабочая группа, составленная из патологов, химиков-аналитиков, токсикологов, клиницистов, педиатров, биохимиков, представителей FDA США и МАГАТЭ в течение 9 лет разрабатывала методологическую основу для создания TEDB (Tissue Element Data Bank), который должен обеспечивать правительства и международные органы данными мониторинга изменений в элементном статусе референтных популяционных групп.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЦЕНКИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В 2009–2013 гг. в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 гг.)» проведено

комплексное аналитическое исследование элементного статуса населения страны «Элементный статус населения России» (Элементный статус..., 2010–2014). У 65000 человек было проведено количественное определение химических элементов в волосах у различных половозрастных групп жителей большинства регионов – с помощью оригинальной неинвазивной токсиколого-гигиенической донозологической медицинской технологии «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека», утвержденной Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Рег. № ФС-2007/128). Указанная Медицинская технология в течение 30 лет многократно апробирована в АНО «Центр биотической медицины» (Москва), Институте биологической медицины Оренбургского государственного университета, Институте токсикологии и Научно-исследовательском институте гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА и других научных и практических учреждениях при проведении массовых медико-экологических, токсикологических и эколого-физиологических исследований (Скальный и др., 2001; Лимин и др., 2003; Скальная и др., 2004; Элементный статус..., 2010–2014). Методологическая основа медицинской технологии и отдельные методические аспекты впервые были изложены в научных публикациях на рубеже 80–90-х гг. XX столетия и затем развиты в ряде монографий и руководств, методических рекомендаций и указаний (Скальный и др., 2003; Токсикологическая химия, 2010).

До появления данного исследования, естественно, существовали серьезные разработки зарубежных (Naaranalyze, 1987 и др.) и отечественных (Ревич и др., 2004 и др.) ученых, посвященные эпидемиологическим аспектам медицинской элементологии или учения о микроэлементах (Авцын и др., 1991). Однако они носили ограниченный характер и касались в основном изучения роли биогеохимических и антропогенных факторов в формировании патологии у человека. При этом подавляющее число работ было посвящено оценке роли одного или реже нескольких химических элементов и их соединений (Голубкина и др., 2002; Ревич и др., 2004; Ермаков, Тютюков, 2008) в возникновении элементозависимой патологии. Широкое применение в научных исследованиях и практическом здравоохранении в СССР и затем в РФ методов

многоэлементного анализа диагностических биосубстратов (кровь, моча, волосы, слюна и т.д.) открыло новый этап системного медико-экологического анализа влияния природных и техногенных факторов, питания на формирование элементного статуса жителей населенных пунктов и отдельных территориальных образований на популяционном уровне, а в дальнейшем создало предпосылки для реализации национального проекта, представленного в многотомном издании и атласе «Элементный статус населения России» (2010–2014).

Как показали итоги проведенного нами анализа накопленной литературы и скринингового обследования десятков тысяч жителей большинства регионов России, несмотря на некоторые ограничения и оговорки, многоэлементный анализ волос является адекватным методом неинвазивной эколого-гигиенической и токсикологической диагностики состояния минерального обмена как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях, который хорошо коррелируется с большинством накопленных к настоящему времени сведений о связи избыточного накопления или недостаточного содержания в организме значимых для общественного здравоохранения макро- и микроэлементов с формированием как донозологических, так и клинически манифестировавших состояний и болезней (Авцын и др., 1991; Скальная, Нотова, 2004; Биоэлементный статус..., 2011; Grabeklis et al., 2011).

Исходя из полученных данных и результатов ранее проведенных исследований (Мартинчик и др., 2002; Агаджанян, Скальный, 2001; Скальный и др., 2004), элементный портрет человека или популяции, полученный с помощью многоэлементного анализа волос, в определенной степени отражает адаптацию организма или популяции к комплексу природно-климатических, биогеохимических, экологических и социально-экономических факторов, присущих отдельно взятой территории (субъекта РФ). То есть элементный статус населения может рассматриваться как показатель благополучия территории проживания, ее комфортности для человека и, следовательно, пригодности для той или иной степени дальнейшего освоения и развития производительных сил.

Следовательно, с помощью данных об особенностях обмена макро- и микроэлементов можно оценить риск распространенности элементозов и формировать программы целенаправ-

ленного оздоровления населения конкретных регионов с помощью медико-фармацевтических средств, обогащения пищевых продуктов и питьевой воды, внесения изменений в рационы питания организованных коллективов, развития местной пищевой и аграрной индустрии с учетом присущих недостатков в обеспечении населения конкретными питательными веществами.

Таким образом, впервые обобщены накопленные сведения о состоянии обеспеченности жизненно важными макро- и микроэлементами и нагрузке токсикантами населения регионов России, определены риски развития и масштабы распространенности элементозависимой патологии, которая может быть в значительной степени предупреждена с помощью комплекса управленческих, медико-профилактических и природоохранных мероприятий. Учитывая, что стоимость профилактики неинфекционных, обменных, алиментарно- и экологозависимых заболеваний многократно ниже, чем оказание медицинской и социальной помощи хроническим больным (Prasad, 1995; WHO, 1996; Abdulla et al., 1998), систематизированные и оформленные в виде базы данных и базы знаний сведения об элементном статусе населения региона следует рассматривать как эффективный инструмент управления здоровьем и качеством жизни граждан РФ.

В ходе выполнения настоящей работы получен ряд фактов о связи элементного статуса детского и взрослого населения с заболеваемостью в субъектах РФ (Агаджанян и др., 2016; Скальный и др., 2011, 2012, 2016).

Во-первых, наши данные указывают на более выраженную зависимость детей от дисбаланса макро- и микроэлементов по сравнению со взрослыми. В регионах с низким содержанием в волосах у детей важнейших для жизнедеятельности макроэлементов кальция и фосфора (риск их дефицитов) и повышенным уровнем такого известного экотоксиканта, как ртуть (риск носительства или интоксикации), с тенденцией к дефициту селена и бора более высокая общая заболеваемость детского населения, тогда как у взрослых общая заболеваемость коррелирует только с дисбалансом такого известного иммунотропного микроэлемента, как цинк. То есть получено еще одно подтверждение представлению о большей зависимости детей от экологических условий проживания и обеспеченности микронутриентами (Мартинчик и др., 2002) по сравнению со взрослыми.

Во-вторых, из полученных результатов следует, что различные классы болезней (по МКБ-10) можно разделить на несколько групп в зависимости от степени их связи с дисбалансом химических элементов у населения.

Первую группу составили классы болезней и отдельные заболевания с наибольшим (более четырех) числом статистически значимых отклонений в элементном статусе. К ней относятся инфекционные и паразитарные болезни, анемии, ожирение, бронхиальная астма, контактный дерматит, мочекаменная болезнь у взрослых, болезни органов дыхания, болезни кожи, атопический дерматит у детей.

Во вторую группу (число значимых отклонений в элементном статусе 2–3) нами отнесены болезни крови, сахарный диабет I типа, психические расстройства, пневмонии, атопический дерматит у взрослых, болезни костно-мышечной системы, пороки развития, остеопороз у взрослых, расстройства менструаций у женщин и девочек, новообразования, сахарный диабет II типа, болезни периферической нервной системы, гипертонзия, мочекаменная болезнь у детей.

Третья (одно отклонение) и четвертая (отсутствие достоверных отклонений) группы интереса не представляют; роль популяционного дисбаланса элементов в них незначительна или отсутствует.

Важно отметить, что по отдельным классам болезней и нозологиям дисбалансы химических элементов несколько чаще отмечены у взрослого населения. Также видно, что существуют выраженные возрастные различия в характере изменений в элементном статусе:

У детей чаще встречаются низкие показатели содержания жизненно важных макро- и микроэлементов, а у взрослых несколько чаще отмечены повышенные медианы содержания химических элементов.

Для детского населения большую угрозу представляют дефициты кальция, фосфора, селена, бора, избыток ртути, в единичных случаях – свинца, олова, никеля, меди, хрома, кадмия, марганца, а для взрослых – избытки железа, марганца, ртути, алюминия, дисбаланс цинка, дефицит бора.

Дисбаланс химических элементов у детей более значим для формирования болезней органов дыхания, атопического дерматита, болезней кожи, а у взрослого населения – инфекционных и паразитарных болезней, анемии, контактного

дерматита, мочекаменной болезни, у тех и других – бронхиальной астмы и ожирения.

К эколого-зависимым заболеваниям в большей степени могут быть отнесены анемии, болезни крови, психические заболевания, бронхиальная астма, контактный дерматит, мочекаменная болезнь, пороки развития у взрослых, сахарный диабет II типа, болезни периферической нервной системы, болезни органов дыхания у детей. Например, чем чаще среди детей в регионе встречаются случаи избытков тяжелых металлов кадмия, свинца, хрома, тем больше в регионе больных сахарным диабетом II типа.

К преимущественно алиментарно-зависимым болезням, судя по полученным результатам, у взрослого населения можно отнести ожирение, болезни костно-мышечной системы, остеопороз, что вполне логично и согласуется с представлениями об этиопатогенезе этих заболеваний. У детей это болезни органов дыхания, бронхиальная астма, болезни кожи, атопический дерматит и общая заболеваемость.

Соответственно, напрашиваются два вывода:

1. Элементный статус взрослого населения в большей степени отражает длительное воздействие неблагоприятных факторов среды обитания и профессиональной деятельности.

2. Элементный статус детского населения в основном формируется за счет оптимального питания и в большей степени зависит от обеспеченности рационов питания микронутриентами, а также от сбалансированности роста и развития с состоянием питания и выделительных систем организма.

Исходя из этого, стратегией управления здоровья популяции, предупреждения раннего развития неинфекционной патологии является оптимизация питания в детских дошкольных учреждениях, школах, вузах и других образовательных учреждениях, введение в образовательные программы для детей основ науки о питании, контроль за качеством и ассортиментом пищевых продуктов в организованных коллективах, пропаганда здорового питания, целенаправленная деятельность на региональном уровне по налаживанию производства пищевых продуктов, обогащенных приоритетными для детского населения региона микронутриентами. Оптимальное, соответствующее физиологическим потребностям организма питание в детстве является существенным фактором снижения заболеваемости в детском возрасте и по достижении зрелости.

На протяжении всей жизни человека его следует ограждать от воздействия вредных факторов окружающей среды, в том числе химических элементов-токсикантов. На фоне возникшего в детстве и продолжающегося дефицита микронутриентов проживание в неблагоприятной окружающей среде ведет к накоплению в организме населения токсикантов, функциональными антагонистами которых являются жизненно важные макро- и микроэлементы (селен – ртуть, селен – мышьяк, кальций – тяжелые металлы и т.д.).

В 2013 г. впервые за более чем 20 лет в Российской Федерации отмечен естественный прирост населения (+10000 человек), однако проблема роста численности населения остается актуальнейшей для будущего страны. Как следует из полученных в настоящем исследовании данных, оптимизация (исходя из региональной специфики) баланса микронутриентов, в первую очередь макро- и микроэлементов, является важным направлением социально-экономической политики. Например, продолжительность жизни жителей российских регионов, статистически достоверно зависит от обеспеченности минеральными веществами. Особенно это касается женщин детородного возраста, у которых обнаружена положительная корреляция с содержанием в волосах, а следовательно, с обеспеченностью организма макроэлементами кальцием, фосфором, магнием, жизненно важными микроэлементами селеном, хромом, условно эссенциальными бором, оловом, мышьяком, и отрицательная – с уровнем марганца. Повышенное в пределах физиологической нормы в волосах содержание свинца, мышьяка, олова характерно для жительниц экономически развитых регионов с умеренной загрязненностью окружающей среды поллютантами техногенного (автотранспорт – большинство женщин со средним и высоким уровнем жизни сейчас водят личные автомобили – и промышленные выбросы) происхождения.

Таким образом, анализ данных позволяет заключить, что экологический фактор играет заметную роль в комплексном воздействии среды обитания на организм человека и состояние здоровья населения территории Российской Федерации. В регионах с низким уровнем индустриализации состояние здоровья населения лучше, чем в регионах с развитой промышленностью. То же касается регионов с интенсивным развитием современных производств. В целом элементный статус детей в большей степени, чем взрослое

население, отражает биогеохимическую и экологическую специфику региона проживания, а элементный статус взрослых – особенности питания, профессиональной деятельности и образа жизни. Кроме того, элементный статус населения, вероятно, оказывает существенное влияние на демографические показатели, такие как рождаемость, продолжительность жизни и смертность. Важно отметить, что важную роль в этих влияниях следует отводить избыточному накоплению условно-эссенциальных и токсичных химических элементов. Разработка и внедрение научно-обоснованных региональных программ по коррекции элементного статуса населения может явиться одной из действенных мер по улучшению демографической ситуации, повышения качества жизни населения и уровня общественного здоровья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование элементного статуса населения самой крупной страны мира – России – демонстрирует как фундаментальные, так и практические технологические возможности страны, которые позволяют решить задачи по предупреждению неконтролируемого роста так называемой эколого-зависимой и алиментарно-зависимой патологии, поражающей значительную часть населения современных государств.

ЛИТЕРАТУРА

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
- Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. Изд-е 2-е. М.: Изд. КМК. 2001. 83 с.
- Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан. Экология человека. 2016. № 4. С. 38–44.
- Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты. Под ред. Н.А. Гресь, А.В. Скального. Минск: Харвест, 2011. 352 с.
- Голубкина Н.А., Скальный А.В., Соколов Я.А., Щелкунов Л.Ф. Селен в медицине и экологии. М.: Изд-во КМК, 2002. 134 с.
- Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 314 с.
- Лимин Б.В., Маймулов В.Г., Скальный А.В., Пацюк Н.А., Чернякина Т.С. Гигиеническая диагностика загрязне-

ния среды обитания солями тяжелых металлов. СПб.: СПбГМА им. И.И.Мечникова, 2003. 134 с.

Мартинчик А.Н., Маев И.В., Петухов А.Б. Питание человека (основы нутрициологии). Под ред. А.Н. Мартинчика. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. 576 с.

Некрасов В.И., Скальный А.В. Элементный статус лиц вредных и опасных профессий. М.: РОСМЭМ, 2006. 229 с.

Ревич Б.А., Авалиани, С.Л., Тихонова Г.И. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека. Пособие по региональной экологической политике. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2004. 268 с.

Скальная М.Г., Дубовой Р.М., Скальный А.В. Химические элементы-микронутриенты как резерв восстановления здоровья жителей России. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2004. 239 с.

Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. М.: РОСМЭМ, 2004. 310 с.

Скальный А.В. Диагностика и профилактика микроэлементозов с учетом результатов медико-экологической экспертизы. В кн.: Маймулов В.Г., Нагорный С.В., Шабров А.В. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях. СПб.: СПбГМА им. И.И.Мечникова, 2000. С.175–200.

Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Эколого-физиологическая оценка элементного статуса взрослого населения Республики Башкортостан. Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 6. С. 533–538.

Скальный А.В., Быков А.Т., Серебрянский Е.П., Скальная М.Г. Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ. 2003. 134 с.

Скальный А.В., Горбачев А.Л., Велданова М.В. Элементный статус детей Северо-Востока России. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ. 2004. 189 с.

Скальный А.В., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Детков В.Ю., Скальная М.Г., Березкина Е.С. Связь элементного статуса населения Центрального федерального округа с заболеваемостью. Часть 2. Эссенциальные и условно эссенциальные химические элементы. Микроэлементы в медицине. 2012. Т. 13. Вып. 2. С. 1–7.

Скальный А.В., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Скальная М.Г., Березкина Е.С. Связь элементного статуса населения Центрального федерального округа с заболеваемостью. Часть 1. Токсичные химические элементы: Al, As, Be, Cd, Hg, Pb, Sn. Микроэлементы в медицине. 2011. Т. 12. Вып. 1–2. С. 23–26.

Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г. Оценка элементного статуса популяции в гигиенической донозологической диагностике. Вестник СПбГМА им. И.И. Мечникова. 2001. №. 2–3(2). С. 64–67.

Токсикологическая химия. Аналитическая токсикология: учебник. Под ред. Р.У. Хабриева, Н.И. Калетиной. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 752 с.

Элементный статус населения России. Атлас. Под ред. В.В. Уйба, А.В. Скального. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2014. – 352 с.

Элементный статус населения России. В 5 томах. Под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2010–2014.

Abdulla M., Reis M.F., Schutz A., Dashti H., Al-Mosawi M. Trace element nutrition in developing countries. J Trace Elem Exp Med. 1998, 11(2–3):197-208.

Cornelis R., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. VII. Review of trace elements in blood, serum and urine of the Belgian population and critical evaluation of their possible use as reference values. Sci Total Environ. 1994, 158(1-3):191-226.

Grabeklis A.R., Skalny A.V., Nechiporenko S.P., Lakarova E.V. Indicator ability of biosubstances in monitoring of moderate occupational exposure to toxic metals. J Trace Elem Med Biol. 2011, 25S:S41-S44.

Haaranalyze in Medizin und Umwelt. Herausb. von C. Krause, und M.Chutsch. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1987. 223 S.

Hamilton E.I., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. VI. Review of elements in blood, plasma and urine and a critical evaluation of reference values for the United Kingdom population. Sci Total Environ. 1994, 158(1-3):165-190.

IAEA. Coordinated research project on ingestion and organ content of trace elements of importance in radiation protection and nutrition, Report on the Research Coordination Meeting (NAHRES-38). IAEA, 1997. 251 p.

IAEA. Elemental analysis of biological materials: current problems and techniques with special reference to trace elements. Vienna: IAEA, 1980. 371 p.

Iyengar G.V. Elemental analysis of biological systems, biological, medical, environmental, compositional and methodological aspects. Boca Raton: CRC Press, 1989. 430 p.

Kucera J., Bencko V., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Review of trace elements in blood, serum and urine for the Czech and Slovak populations and critical evaluation of their possible use as reference values. Sci Total Environ. 1995, 166:211-234.

Minoia C., Sabbioni E., Apostoli P., Pietra R., Pozzoli L., Gallorini M., Nicolaou G., Alessio L., Capodaglio E. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European community. I. A study of 46 elements in urine, blood and serum of Italian subjects. *Sci Total Environ.* 1990, 95:89-105.

Poulsen O.M., Christensen J.M., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. V. Review of trace elements in blood, serum and urine and critical evaluation of reference values for the Danish population. *Sci Total Environ.* 1994, 141(1-3):197-215.

Prasad A.S. Zinc an overview. *Nutrition.* 1995, 11:93-99.

White M.A., Sabbioni E. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Union. X. A study of 13 elements in blood and urine of a United Kingdom population. *Sci Total Environ.* 1998, 216(3):253-270.

WHO. Trace Elements in Human Nutrition. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series No. 532. Geneva: World Health Organization, 1973. 76 p.

WHO. Trace Elements in Human Nutrition and Health (A report of the World Health Organization prepared in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Atomic Energy Agency), Geneva: World Health Organization, 1996. 343 p.

EVALUATION AND CORRECTION OF ELEMENTAL STATUS OF THE POPULATION AS A PERSPECTIVE DIRECTION OF NATIONAL HEALTHCARE AND ENVIRONMENTAL MONITORING

A.V. Skalny

Orenburg State University, Pobedy avenue, 13, 460018, Orenburg, Russia

Yaroslavl State University, Sovetskaya St., 14, Yaroslavl, 150000, Russia

RUDN University, Miklukho-Maklay St., 10/2, Moscow, 117198, Russia

All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (VILAR), Grina St., 7, Moscow, 117216, Russia

ABSTRACT. In the last 40-50 years, in developed countries mass surveys of population in various regions are conducted at the national and supranational levels in order to establish reference values for the content of chemical elements in human tissues and body fluids, mainly in serum, urine, less often in whole blood, hair, nails. Based on the obtained results, accumulated in special databases, conclusions are drawn about the elemental status of populations and different cohorts, its impact on medical and demographic indices, the policies of states, their unions (EU) and international organizations (WHO, UNICEF, UNESCO, etc.) are developed in regard to nutrition of the people, quality of life, food and environmental safety. Large-scale projects studying provision of people in various regions with iodine, iron, zinc, selenium or load with heavy metals and arsenic are widely known.

A group of specialists led by prof. A.V. Skalny (coworkers of the Center for Biotic Medicine, Moscow, the Institute of Bioelementology of the Orenburg State University, the Institute of Toxicology of the Federal Medical-Biological Agency of Russia) within the framework of the Federal Targeted Program «National System of Chemical and Biological Safety of the Russian Federation for 2009–2014» a comprehensive non-invasive study of elemental status of the Russian population was conducted (65,000 children and adults in 80 regions were examined for the content of 25 chemical elements). Hair samples were used as a diagnostic biological substance; their advantages in conducting mass medical and ecological studies are well known. Data on the background levels of chemical elements in the population of different regions has been received; a database has been created that allows to obtain reference values for the content of chemical elements in hair for most of the regions studied; a five-part manual and an atlas on elemental status of the population of Russia has been published.

Correlations were established between prevalence of macro- and trace element deficiencies in the regions, accumulation of toxicants and numerous medical and demographic indices. On the basis of the received data, it is proposed to develop and implement regional programs to improve demographic parameters, the quality of life and the level of public health.

KEYWORDS: trace elements, population, regions, morbidity, demography

REFERENCES

Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. Human microelementoses: etiology, classification, organopathology]. Moscow: Meditsina, 1991 [in Russ].

- Agadzhanjan N.A., Skalny A.V. Chemical elements in the environment and the human ecological portrait]. 2nd ed. Moscow: KMK. 2001 [in Russ].
- Agadzhanjan N.A., Skalny A.V., Berezkina E.S., Demidov V.A., Grabeklis A.R., Skalnaya M.G. Reference values for chemical elements concentration in hair of adults in the Republic of Tatarstan]. *Human Ecology*. 2016, 4:38–44 [in Russ].
- Bioelement status of Belarus population: ecological, physiological and pathological aspects. Ed. by N.A. Gres, A.V. Skalny. Minsk: Harvest. 2011 [in Russ].
- Golubkina N.A., Skalny A.V., Sokolov Y.A., Shchel-kunov L.F. Selenium in medicine and ecology. Moscow, 2002 [in Russ].
- Ermakov V.V., Tyutikov S.F. Geochemical ecology of animals. Moscow: Nauka, 2008 [in Russ].
- Limin B.V., Maymulov V.G., Skalny A.V., Patsyuk N.A., Chernyakina T.S. Hygienic diagnostics of environmental pollution by heavy metal salts]. St. Petersburg, 2003 [in Russ].
- Martinchik A.N., Maev I.V., Petukhov A.B. Human nutrition (fundamentals of nutritiology). Ed. by A.N. Martinchik. Moscow, 2002 [in Russ].
- Nekrasov V.I., Skalny A.V. Elemental status of persons of hazardous and dangerous occupations. Moscow: RUSTEM, 2006 [in Russ].
- Revich B.A., Avaliani, S.L., Tikhonova G.I. Bases of estimation of the impact of polluted environment on human health. Manual on regional environmental policy. Moscow, 2004 [in Russ].
- Skalnaya M.G., Dubovoy R.M., Skalny A.V. Chemical elements-micronutrients as a reserve for restoring health of the inhabitants of Russia. Orenburg, 2004 [in Russ].
- Skalnaya M.G., Notova S.V. Macro and trace elements in the diet of modern man: ecological, physiological and social aspects. Moscow: RUSTEM, 2004 [in Russ].
- Skalny A.V. [Diagnosis and prevention of microelementoses based on the results of medical and ecological expertise. In: Maymulov V.G., Nagorny S.V., Shabrov A.V. The backgrounds of systemic analysis in ecological and hygienical investigations. St. Petersburg, 2000. 175–200 [in Russ].
- Skalny A.V., Berezkina E.S., Demidov V.A., Grabeklis A.R., Skalnaya M.G. Ecological and physiological assessment of the elemental status in the adult population of the Republic of Bashkortostan. *Hygiene and sanitation*. 2016, 95(6):533–538 [in Russ].
- Skalny A.V., Bykov A.T., Serebryansky E.P., Skalnaya M.G. Medico-ecological estimation of hyperelementosis risk in megapolis population. Orenburg, 2003 [in Russ].
- Skalny A.V., Gorbachev A.L., Veldanova M.V. Elemental status of children from the North-East of Russia. Orenburg, 2004 [in Russ].
- Skalny A.V., Grabeklis A.R., Demidov V.A., Detkov V.Yu., Skalnaya M.G., Berezkina E.S. Connection between morbidity and mineral status of population in the Central Federal District of Russia. Part 2. Essential and conditionally essential chemical elements. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2012, 13(2):1–7 [in Russ].
- Skalny A.V., Grabeklis A.R., Demidov V.A., Skalnaya M.G., Berezkina E.S. Connection between morbidity and mineral status of population in the Central Federal District of Russia. Part 1. Toxic chemical elements: Al, As, Be, Cd, Hg, Pb, Sn. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2011, 12(1–2):23–26 [in Russ].
- Skalny A.V., Demidov V.A., Skalnaya M.G. Assessment of the elemental status of population in hygienic prenosological diagnostics. *Vestnik SPbGMA im. I.I. Mechnikova*. 2001, 2–3(2):64–67 [in Russ].
- [Toxicological Chemistry. Analytical toxicology: textbook. Ed. by R.U. Khabriev, N.I. Kaletina. Moscow: GEOTAR-Media. 2010 [in Russ].
- Elemental status of the population of Russia. Atlas. Ed. by V.V. Uyba, A.V. Skalny. St. Petersburg, 2014 [in Russ].
- Elemental status of the population of Russia. Monograph in 5 volumes. Ed. by A.V. Skalny, M.F. Kiselev. St. Petersburg, 2010–2014 [in Russ].
- Abdulla M., Reis M.F., Schutz A., Dashti H., Al-Mosawi M. Trace element nutrition in developing countries. *J Trace Elem Exp Med*. 1998, 11(2–3):197–208.
- Cornelis R., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. VII. Review of trace elements in blood, serum and urine of the Belgian population and critical evaluation of their possible use as reference values. *Sci Total Environ*. 1994, 158(1–3):191–226.
- Grabeklis A.R., Skalny A.V., Nechiporenko S.P., Lakarova E.V. Indicator ability of biosubstances in monitoring of moderate occupational exposure to toxic metals. *J Trace Elem Med Biol*. 2011, 25S:S41–S44.
- Haaranalyze in Medizin und Umwelt. Herausb. von C. Krause, und M. Chutsch. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1987. 223 S.
- Hamilton E.I., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. VI. Review of elements in blood, plasma and urine and a critical evaluation of reference values for the United Kingdom population. *Sci Total Environ*. 1994, 158(1–3):165–190.

IAEA. Coordinated research project on ingestion and organ content of trace elements of importance in radiation protection and nutrition, Report on the Research Coordination Meeting (NAHRES-38). IAEA, 1997. 251 p.

IAEA. Elemental analysis of biological materials: current problems and techniques with special reference to trace elements. Vienna: IAEA, 1980. 371 p.

Iyengar G.V. Elemental analysis of biological systems, biological, medical, environmental, compositional and methodological aspects. Boca Raton: CRC Press, 1989. 430 p.

Kucera J., Bencko V., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Review of trace elements in blood, serum and urine for the Czech and Slovak populations and critical evaluation of their possible use as reference values. *Sci Total Environ.* 1995, 166:211–234.

Minoia C., Sabbioni E., Apostoli P., Pietra R., Pozzoli L., Gallorini M., Nicolaou G., Alessio L., Capodaglio E. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European community. I. A study of 46 elements in urine, blood and serum of Italian subjects. *Sci Total Environ.* 1990, 95:89–105.

Poulsen O.M., Christensen J.M., Sabbioni E., Van der Venne M.T. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. V. Review of trace elements in blood, serum and urine and critical evaluation of reference values for the Danish population. *Sci Total Environ.* 1994, 141(1–3):197–215.

Prasad A.S. Zinc an overview. *Nutrition.* 1995, 11:93–99.

White M.A., Sabbioni E. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Union. X. A study of 13 elements in blood and urine of a United Kingdom population. *Sci Total Environ.* 1998, 216(3):253-270.

WHO. Trace Elements in Human Nutrition. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series No. 532. Geneva: World Health Organization, 1973. 76 p.

WHO. Trace Elements in Human Nutrition and Health (A report of the World Health Organization prepared in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Atomic Energy Agency), Geneva: World Health Organization, 1996. 343 p.