

ОБЗОРЫ И ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

DOI: 10.24411/1815-3917-2019-10010

Проблема йоддефицита в Азербайджане. Роль микроэлемента селена в регуляции метаболизма йода.

С.Я.Гусейнова, Р.Т.Гулиева, Ф.Р. Яхьяева, Т.М.Гусейнов

Институт биофизики НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Резюме: Учитывая, что дефицит йода и селена в живом организме повышает риск развития заболеваний щитовидной железы, злокачественных новообразований, сердечно-сосудистой патологии и других серьезных заболеваний, вопрос обеспеченности организма этими микроэлементами актуален во всем мире, включая страны СНГ. Эта проблема также чрезвычайно важна для Азербайджана. Отмечается, что микроэлемент селен тесно связан с метаболизмом йода в организме, что имеет ключевое значение для функционирования щитовидной железы. Важность не только йода, но и селена в лечении и профилактике заболеваний щитовидной железы признают все ведущие мировые эксперты, изучающие эту проблему. В связи с этим необходимо дальнейшее детальное изучение совместного функционирования этих элементов в организме, рассмотрение вопроса о разработке новой государственной стратегии ликвидации йодной недостаточности в Азербайджане, и возможный пересмотр нынешней программы йодирования соли в пользу лекарственной профилактики йодсодержащими масляными капсулами с дополнительным использованием препаратов селена и непрерывным мониторингом обеспечения йодом, использование имеющегося положительного опыта международной организации "Врачи мира" (1998-2000).

Ключевые слова: йод, селен, йоддефицит

Для цитирования: Гусейнова С.Я., Гулиева Р.Т., Яхьяева Ф.Р., Гусейнов Т.М. Проблема йоддефицита в Азербайджане. Роль микроэлемента селена в регуляции метаболизма йода. Биомедицина (Баку). 2019;17(2):4-12. DOI: 10.24411/1815-3917-2019-10010

Поступила в редакцию: 10.01.2019. Принята в печать: 13.03.2019.

The problem of iodine deficiency in Azerbaijan. Role of the microelement of selenium in the regulation of iodine metabolism.

Huseynova S.Y., Quliyeva R.T., Yahyayeva F.R., Huseynov T.M.

Institute of Biophysics of National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Abstract: Considering iodine and selenium deficiency in the living body increases the risk of developing thyroid diseases, malignant neoplasms, cardiovascular pathology and other serious diseases, the issue of the availability of the organism with these trace elements is relevant for the whole world, including CIS countries. This problem is also extremely important for Azerbaijan. It is noted that the trace element of selenium is closely related to the metabolism of iodine in the body, which is of key importance to the functioning of the thyroid. The importance of not only iodine, but also selenium in the treatment and prevention of thyroid diseases is recognized by all the leading experts from around the world studying this problem. In this regard, further detailed study of the joint functioning of these elements in the body is necessary, and consideration of the issue of creating a new state strategy for the elimination of iodine deficiency in Azerbaijan, and a possible revision of the current salt iodization Program, in favor of drug prophylaxis with iodine-containing oil capsules with additional using of selenium preparations and continuous Monitoring of the state of iodine supplies, taking with existing positive experience between People's Organization "Doctors of the World" (1998-2000).

Key words: iodine, selenium, iodine deficiency

For citation: Huseynova S.Y., Quliyeva R.T., Yahyayeva F.R., Huseynov T.M. The problem of iodine deficiency in Azerbaijan. Role of the microelement of selenium in the regulation of iodine metabolism. Biomedicine (Baku). 2019;17(2):4-12. DOI: 10.24411/1815-3917-2019-10010

Received: 10.01.2019. Accepted: 13.03.2019.

Для корреспонденции:

Т.М.Гусейнов

Профессор, доктор биологических наук, Институт биофизики
НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан
E-mail: thuseynov@biophys.science.az

Corresponding author:

Huseynov T.M.

Professor, Doctor of Biological Sciences, Institute of Biophysics of
National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan
E-mail: thuseynov@biophys.science.az

Йод - редкий и крайне рассеянный в природе микроэлемент, содержащийся в небольших количествах в воде, воздухе, почве и практически во всех живых организмах, от растений до животных. Оптимальная интенсивность поступления йода в организм человека составляет 100-150 мкг/сутки. До 80%, поступившего в организм человека йода, концентрируется в щитовидной железе (ЩЖ), в которой синтезируются гормоны тироксин (Т4), содержащего 4 атома йода, и трийодтиронина (Т3), в составе которого 3 атома йода. Щитовидная железа регулирует множество физиологических процессов, включая рост и развитие организма, деятельность других желез внутренней секреции (гипофиз, половые железы) и, тем самым, оказывает влияние на все метаболические процессы в организме человека. Недостаточное поступление йода в организм становится основной причиной развития таких заболеваний ЩЖ, как эндемический зоб, спорадический зоб, диффузный токсический зоб (болезнь Базедова), узловой токсический зоб (токсическая аденома), гипертиреоз, гипотиреоз, аутоиммунный тиреоидит (lat. - *thyreoiditis Hasimotoi*), рак ЩЖ [1].

Наиболее специфическое проявление дефицита йода - эндемический зоб. Анализ современных данных показывает, что эндемический зоб является интегральным показателем воздействия комплекса различных (природных, климатических, экологических и др.) факторов, вызывающих струмогенный (зобогенный) эффект.

Не только факторы окружающей среды, но ряд закономерностей позволяет предположить, что определенное значение в патогенезе эндемического зоба играют и генетические факторы [2]. Обращает на себя внимание тот факт, что не у всего населения, проживающего в местности с недостаточностью йода, развиваются йоддефицитные заболевания (ЙДЗ) [2].

ЙДЗ включают заболевания ЩЖ (зоб и его осложнения, гипотиреоз, в том числе врожденный, йодиндуцированный тиреотоксикоз); патологии беременности и плода (выкидыши, врожденные аномалии, кретинизм, психомоторные нарушения, низкорослость, глухонмота и т.д.); нарушение функции репродуктивной системы (импотенция у мужчин, бесплодие у мужчин и женщин) [3,4]. В интеллектуальной сфере к клиническим проявлениям дефицита йода относятся: кретинизм, нарушения умственного развития у детей и подростков, нарушения когнитивных (познавательных) функций у взрослых [3, 5].

Главной причиной недостаточности йода в организме является его дефицит в почве и воде, в ре-

зультате чего и обнаруживается очень низкое содержание его в основных продуктах питания [6-10]. К эндемическим йоддефицитным территориям относятся горные цепи, аллювиальные равнины, особенно высокогорные, а также регионы, находящиеся на достаточном расстоянии от моря. Однако дефицит йода может обнаруживаться и в больших городах, в том числе в индустриально развитых странах [6, 7, 8].

Кроме того, дефицит йода наблюдается при приеме таких лекарственных препаратов, как сульфаниламиды, антибиотики (бензилпенициллин, эритромицин, стрептомицин и др.); тиреостатики - соли лития, перхлораты, производные тиомочевины, воздействующих на морфологию и функцию ЩЖ; производные фенола (инсектициды, гербициды); растения семейства крестоцветных за счет наличия в них тиоцианатов и изотиоцианатов; флавоноидов, содержащихся во многих фруктах, овощах, злаковых, когда данные продукты составляют основу пищевого рациона); а также значительная роль курения, белково-калорического голодания при беременности, наследственных и иммунологических факторов в развитии данного процесса [4, 5, 8].

При нехватке этого микроэлемента развиваются ЙДЗ, в основе патогенеза которых лежит недостаточное поступление йода в организм из внешней среды, и которые могут быть предотвращены при нормальном потреблении йода. Однако патологии, вызванные дефицитом этого микроэлемента на этапе внутриутробного развития и в раннем детском возрасте, являются необратимыми и практически не поддаются лечению и реабилитации [4, 5].

Вопросы недостаточности йода является актуальной для многих регионов мира. Согласно данным ВОЗ (1994) более чем для 1,5 млрд. жителей нашей планеты существует повышенный риск недостаточного потребления йода, 655 млн. человек имеют эндемический зоб, у 43 млн. человек выражена умственная отсталость, как результат йодной недостаточности, 3 млн. имеют клинические проявления эндемического кретинизма [8]. В Европе только 4 страны никогда не сталкивались с дефицитом йода и его последствиями, это - Исландия, Финляндия, Норвегия и Швеция. Хотя дефицит йода ликвидирован в ряде стран, для многих регионов Западной Европы эта проблема не потеряла своей актуальности, несмотря на высокое развитие экономики [8].

Для борьбы с дефицитом йода ВОЗ, ЮНИСЕФ и ICCIDD рекомендует использовать йодированную соль. Также применяется йодирование растительного масла, хлеба, продукции животновод-

ства [3, 7, 9, 10]. В 95 странах мира, включая Китай, применяется всеобщее йодирование соли, в Индии продажа не йодированной соли запрещена [3]. В промышленно развитых странах, испытывавших природный дефицит йода (США, Канада, Великобритания, Скандинавские страны, Австралия и др.), реализация программ йодной профилактики также привела к ликвидации ЙДЗ [7, 10]. Усилия мирового сообщества привели к значительным успехам в борьбе с дефицитом йода, благодаря проделанной работе удалось существенно снизить последствия дефицита микроэлемента в странах Европы, Азии, Африки и Америки, России и в странах бывшего союза.

В России более половины территории относятся к йоддефицитным регионам по содержанию йода в почве и воде: район Центрального Черноземья, Тюменская область, в республике Саха, Красноярском крае и в некоторых высокогорных районах Казахстана. На сегодняшний день около 75% жителей России испытывают дефицит йода различной степени [5, 8]. Проблема дефицита йода в России еще не устранена.

Йоддефицит в СССР был практически устранен еще в 1960-70-е годы, благодаря эффективной программе, включающей массовое производство (до 1 млн. тонн в год) йодированной соли и целенаправленной лекарственной профилактики в отдельных группах риска. Вместе с тем, с прекращением этой программы в период распада Советского Союза в начале 1990-х годов йоддефицит вновь стал большой проблемой здравоохранения. К настоящему моменту из 12 бывших стран СНГ уже в 10 государствах приняты нормативные акты по обязательному йодированию соли, а ряд стран (в 2003 г. был Туркменистан, затем в 2007 г. - Армения и другие страны, Азербайджан также близок к получению этого статуса) официально признаны устранившими дефицит йода в питании.

Проблема повсеместного дефицита йода является актуальной и для Республики Беларусь. По результатам изучения йодной обеспеченности в широкомасштабном исследовании, проведенном под эгидой ВОЗ, Республика Беларусь отнесена к странам с легкой и средней степенью йодной недостаточности. В основу государственной стратегии по борьбе с йоддефицитом положено широкомасштабное использование йодированной соли. На сегодняшний день обеспечение населения йодированной солью в Беларуси составляет 36-69%. В республике произведена полная замена не йодированной соли на йодированную в хлебобулочной, мясоперерабатывающей, кондитерской промышленности, начато использование йодированной со-

ли при производстве детского питания [10]. Однако Беларусь пока не получила статус страны, полностью свободной от йоддефицита.

На Украине среднестатистический житель потребляет в день 40-80 мкг йода, что в 2-3 раза меньше его суточной потребности. Свыше 60% населения Украины проживает в условиях дефицита йода. По результатам исследований около 38 млн. украинцев испытывают йодный дефицит различной степени. Из 417 тыс. ежегодно рождающихся детей 341 тыс. имеют врожденный йодный дефицит.

Активная разработка плодородных почв и нерациональная аграрная политика человека привела к снижению концентрации йода в почве практически всех регионов Украины. Аналогичный эффект имеет засорение почвы загрязнителями, в том числе и тяжелыми металлами. Такая ситуация сложилась не только в Украине, но и во многих странах мира, территория которых удалена от морского побережья [11]. Основным методом решения проблемы йоддефицита в Украине, как и в России, является использование йодированной соли.

Для Казахстана проблема йоддефицита также является актуальной. Йод недополучают 60-70 % жителей Восточно-Казахстанской области, в Западном Казахстане эта цифра составляет 30-35 %, на юго-востоке республики - 40 %. В настоящее время в стране налажен процесс йодирования соли и хлеба, разработаны нормы, технологии, организовано производство йодированных продуктов питания. Процент домохозяйств, обеспеченных йодированной солью, в республике составляет 70-89%.

Дефицит йода широко распространен и в Азербайджане, в связи с чем эта проблема является крайне актуальной. К наиболее чувствительным по дефициту йода относятся следующие районы Азербайджана: Шеки, Закагала, Белоканы, Гах, Ордубад [12, 13]. Около 40% населения Азербайджана, в связи с нехваткой йода, испытывают проблемы со здоровьем. Однако имеются противоречия с результатами исследований "Врачи мира". К сожалению, на сегодняшний день имеются единичные сведения, касающиеся проблемы дефицита йода, которые представлены ниже.

В конце 90-х годов по инициативе международной организации "Врачи мира" было проведено исследование для оценки распространенности дефицита йода на территории Азербайджана. По результатам ультразвукового обследования распространенность зоба для всей страны составляло около 86%, а при пальпации 66%, достигая 100% в предгорных и горных регионах Кавказа [12, 13]. Медиана экскреции йода с мочой (ЭЙМ) составляла 54

мкг/л, достигая уровня 26 и 39 мкг/л в горных регионах Кавказа [12]. В заключении они отметили, что согласно классификации ВОЗ, в Азербайджане в настоящее время имеет место легкий и умеренный дефицит йода (медиана ЭЙМ равна 54 мкг/л), а в горных районах тяжелые формы йоддефицита. Для устранения йоддефицита в горных районах Азербайджана 293 000 школьникам в возрасте 8-14 лет были введены перорально капсулы, содержащие 190 мг йодированного масла, два раза в год в течение 6-ти и 12-ти месяцев. По результатам исследования было установлено улучшение медианы ЭЙМ, которая увеличилась с 36 мкг/л до 68 мкг/л после шестимесячного и 81 мкг/л после 12-ти месячного лечения, соответственно [12].

Вслед за проведенными исследованиями начиная с 2001-го г. в стране после срочного медицинского вмешательства была принята специальная Программа по йодированию соли. Закон "Об обязательном йодировании соли" был принят в 2002 г., а в 2003 г. был введен запрет на ввоз в Азербайджан не йодированной соли. Однако, несмотря на этот запрет, в Азербайджан продолжает поступать из-за рубежа не йодированная или же йодированная в недостаточной степени соль.

Консультант Детского Фонда ООН - UNICEF по странам Центральной и Восточной Европы, СНГ и Балтии, профессор, доктор медицинских наук Г.Герасимов подчеркивал, что производство и обеспечение населения йодированной солью в 2007 году в Азербайджане составляло 85,8%, но из них только 29% соли соответствовали ГОСТ-у, а в 2009 году эта цифра достигла 93,3%, но ГОСТ-у соответствовали только 23,8% [3].

Большой интерес представляет изучение роли и других микроэлементов в развитии йоддефицитных состояний. Из множества микроэлементов, влияющих на развитие ЙДЗ, наибольший интерес представляет селен, как основной молекулярный синергист йода, имеющий ключевое значение в функционировании ЩЖ [10]. Характерно, что йод и селен действуют на клеточном уровне на все органы организма [9] и то, что количество и потребность в организме одного и того же порядка (14 мг (Se) и 20-35 мг (J)), а норма суточного потребления составляет 60-120 мкг Se и 150-250 мкг J [14, 15]. Оказалось, что у многих больных наряду с дефицитом йода имеет место и четкий дефицит селена, что свидетельствует о том, что йоддефицитные состояния (в том числе зубные) не могут быть излечимы одними добавками йода. Экспериментальными исследованиями было доказано, что даже в условиях достаточного поступления йода, длительный дефицит селена приводит к некрозу и

фиброзу ЩЖ [11, 16]. Изучение влияния селена на ЩЖ широко проводится во всем мире. Важность не только йода, но и селена в лечении и профилактике заболеваний ЩЖ признают все ведущие специалисты всего мира, изучающие эту проблему [11, 16-21]. Поэтому для решения этой проблемы целесообразно комплексное обогащение организма, иначе говоря, одновременные добавки и селена, и йода.

Помимо дефицита йода в нашей стране также имеет место, и некоторый дефицит микроэлемента селена. Признание селена важным и необходимым минералом для живых организмов начинается с 1957 г. Но конкретные функции селена в организме животных и человека не были обнаружены до 1973 года, тогда когда было установлено, что энзим глутатионпероксидаза (ГП) впервые обнаруженная в эритроцитах еще 1957 г. Milsom, является селеноэнзимом. В 1973 г. независимо друг от друга J. Rotrock и соавторы, а также группа немецких ученых под руководством L. Floe показали, что селен, входящий в состав молекулы энзима ГП, подобно каталазе, участвует в протекции мембраны эритроцитов от окисления, разрушая пероксид водорода [22].

Долгое время ГП считалась единственным селенопротеином, и ей приписывались все основные эффекты биологического действия селена. К настоящему времени известно, что селен входит в состав 30 селенопротеинов, выполняющих каталитическую, регуляторную и структурную функции, и каждый из которых играет немаловажную роль в жизнедеятельности организма человека и животных [22]. К селенопротеинам, помимо различных ГПО, относятся три дейодиназы, несколько тиоредоксинредуктаз, селенофосфатсинтетаза-2, селенопротеин P, протеин W, или 15 кДа селенопротеин, протеин O, или 18 кДа селенопротеин, селенопротеин R и ряд других селенопротеинов, функция которых конкретно не установлены [20, 22, 23, 25, 26, 27].

Эпидемиологические исследования показали, что недостаток селена в диете увеличивает риск возникновения и развития заболеваний сердечно-сосудистой системы. Считается, что селен обладает канцеропротекторным действием. Избирательно накапливаясь в опухолевых клетках, селен оказывает непосредственное токсическое действие, причем не только на пролиферирующие, но и на интерфазные клетки. Активно изучается действие селеноэнзимов на иммунную систему. Благодаря непосредственному влиянию селена на синтез иммунизирующего энзима ГП, предотвращает возникновение целого ряда раковых заболеваний (ра-

ка легких, кишечника, молочной железы, простаты). Исследования показали, что прием селеновых препаратов способен снизить заболеваемость раком почти на 40% и уменьшить смертность от рака на 50% [22].

В естественных условиях селен поступает в организм человека и животных главным образом в виде селеносодержащих аминокислот - селенометионина и селеноцистеина, содержащихся в продуктах растительного и животного происхождения. Метаболизм органического и неорганического селена в организме существенно различается [22].

Доказано, что при дефиците селена снижается не только активность ГП, но и концентрация фермента в сыворотке крови, что позволяет использовать активность этого фермента в качестве маркера селенового статуса организма. Ответное повышение активности ГП на поступление селена, происходит при введении его в организм, приблизительно, 40 мкг в сутки и выше [22, 23].

В настоящее время установлено, что селен участвует в метаболизме тиреоидных гормонов, поскольку является компонентом дейодиназ - семейства селеноэнзимов, в состав которых входит селеноцистеин, 5'-йодтиронин, участвующих в конверсии (перевод) Т4 в Т3, осуществляя дейодирование наружного кольца Т4. Дейодиназы относятся к семейству селеноэнзимов, в состав которых входит селеноцистеин. Впервые, в 1990-1991 г.г. было доказано, что один из важных энзимов, ответственных за конверсию тироксина в 3,5,3' трийодтиронин - 5'-йодтирониндейодиназа ЩЖ типа 1 (Д1) [24], является селеноэнзимом. Полученные данные объяснили, почему в эксперименте с селеновой недостаточностью снижалась конверсия Т4 в Т3, что приводило к развитию симптомов гипотиреоза. Многие исследования были посвящены изучению дейодиназы 2 типа (Д2). У человека Т3, находящийся в плазме, образуется в ЩЖ (20%) и за счет периферического дейодирования (80%). Соответственно, роль Д1 и Д2 в образовании циркулирующего Т3 остается не известной, но существуют предположения, что Д2 может играть более существенную роль в этом процессе. Дейодиназа 3 типа (Д3) катализирует конверсию Т4 и Т3 в неактивные метаболиты [19]. В высокой концентрации она экспрессирована в плаценте и регулирует концентрации циркулирующих фетальных тиреоидных гормонов на протяжении всего срока гестации. Действие селензависимых дейодиназ в тканях находится под контролем селенового рациона, и она реализуется при участии тиреотропного гормона [22, 23].

Для исследователей интерес представляет

действие на организм человека, как изолированно-го дефицита селена, так и дефицита селена в сочетании с йодной недостаточностью, т.к. выраженный комбинированный дефицит этих элементов является проблемой для многих регионов Центральной Африки (Конго, Заир, Судан), Тибета и некоторых странах Европы. Согласно современным данным, дефицит селена имеет место, в том числе, и во многих регионах России [28].

Дефицит селена чаще встречается у жителей, проживающих в регионах, в которых выявлено недостаточное содержание селена в почвах и продуктах питания. На Земле имеется несколько регионов с низким содержанием селена в почвах, где распространенность некоторых болезней приобретает признаки пандемий. Это "китайский пояс" болезни Кешан, болезнь Кашина-Бека (Россия, Китай, КНДР); некоторые страны Африки, где вирус СПИДа поражает 25 % населения (например, в Зимбабве - 25,84 %, в Ботсване - 25,10 %) [28, 29].

Следует особо подчеркнуть, что комплексное изучение биологического значения селена было начато в начале 70-х годов в бывшем СССР в Азербайджане по инициативе президента Академии Наук Азербайджана, академика Г.Б. Абдуллаева, возглавившего это научное направление. Нашими учеными был обнаружен эффект усиления световой чувствительности глаза различными соединениями селена, установлены радиозащитные и противоопухолевые свойства, регуляторная роль в клеточном размножении, мутагенезе, в увеличении резистентности животных и растительных объектов к неблагоприятным факторам и т.д. [30] Усилиями ученых Азербайджана проведены определенные биогеохимические исследования: создана карта распространения селена в почвах и растениях, его миграция, рассмотрена аккумуляция селена в почве, растениями и микроорганизмами, изучено содержание селена в минеральных водах и лечебных грязях. Согласно этим данным территория страны относится к разряду низкой или средней обеспеченности селеном. В настоящее время сотрудниками лаборатории "Экологическая биофизика" Института физики также была проведена оценка статуса селена в Азербайджане, которая указывала на то, что в стране имеет место значительное уменьшение обеспеченности селеном его жителей по сравнению с 70 гг. XX столетия - ~ 90 мкг/л против ~ 120 мкг/л в крови [30, 31].

Имеются доказательства важной роли селена в возникновении и развитии СПИДа. Во-первых, было замечено, что распространение СПИДа географически связано с областями низкого содержания селена в почвах [28, 30]. Во-вторых, получены

данные о том, что геном вируса содержит код для селензависимой ГП. В-третьих, оказалось, что дефицит селена глубоко влияет на выживание больных, зараженных вирусом иммунодефицита человека [32]. В небольших пилотных исследованиях было показано, что пищевые добавки селена могут быть эффективной вспомогательной терапией для ВИЧ инфицированных больных, помогая удерживать вирус ВИЧ в латентном состоянии, не давая ему развиваться в СПИД [33].

Выше было отмечено, что дефицит йода в организме женщин в период беременности приводит к развитию некоторых патологий, включая заболевания ЩЖ. Потребность йода во время беременности резко повышается, во-первых, из-за увеличения на ~ 50% производства материнского тироксина (Т4) для поддержания материнского эутиреоза, чтобы передать гормоны ЩЖ плоду; во-вторых, йод должен быть передан плоду для производства собственных гормонов ЩЖ, в частности, на позднем сроке беременности; и в-третьих, из-за вероятного увеличения почечного клиренса йода [4, 5].

Но не только при дефиците йода, но, в первую очередь, при недостаточности селена в организме беременных женщин повышается риск развития у плода и новорожденного сердечнососудистой патологии, злокачественных новообразований, синдрома внезапной смерти и других патологий. Имеются научные данные доказывающие, что недостаточная обеспеченность организма женщин селеном в течение беременности приводит к слабой родовой деятельности, наблюдается достоверно большее число осложнений при родах, увеличивается процент рождаемости недоношенных детей, более низкие показатели новорожденных по сравнению с женщинами, в организм которых поступление селена было нормализовано. Сотрудниками

лаборатории "Экологическая биофизика" Института физики была проведена оценка статуса селена в организме беременных женщин, проживающих в Азербайджане, и было показано, что в период беременности содержание селена в крови женщин уменьшается до критической величины (~ 40 мкг/л), т.е. ~ в 2 раза, что указывает на необходимость контроля статуса селена и целесообразность диетарной селеновой коррекции в их организме [28].

Роль селена в развитии йоддефицитных состояний полностью не изучена, и данные о взаимоотношениях между дефицитом селена в пище и сохранением функции щитовидной железы требует дальнейшего изучения и разработки стратегии и тактики совместного использования йода и селена в профилактических целях [11].

Учитывая важность микроэлементов селена и йода для подрастающего поколения и матерей, и, в целом, для улучшения качества здоровья всей нации, назрела необходимость в разработке новой государственной стратегии для ликвидации йоддефицита в Азербайджане и возможного пересмотра действующей Программы йодирования соли, в пользу медикаментозной профилактики, в первую очередь, школьников и беременных женщин, йодсодержащими масляными капсулами с дополнительным использованием препаратов селена и непрерывным мониторингом за состоянием йодной обеспеченности, с учетом имеющегося положительного опыта, проведенного Международной организацией "Врачи мира" (1998-2000 гг.). Представляется важным и вопрос внедрения йода, а также и селена, в хлебобулочные, кондитерские и мясоперерабатывающие промышленности, подобно тому, как это уже проводится в зарубежных странах.

Литература

1. Валдина Е.А. Заболевания щитовидной железы. Практическое руководство. 2006;368 с.
2. Sanchez F.F., Cacicedo L., G. de Escobar Morreale, F. del Escobar R. Nutrition and iodine versus genetic factors in endemic goiter. *J. Endocrinol. Inverst.* 1983;6(3):185-188.
3. Герасимов Г.А. О новых рекомендациях ВОЗ и ЮНИСЕФ по профилактике йоддефицитных заболеваний. *Клиническая и экспериментальная тиреология.* 2008;4(1):2-7. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-novyh-rekomendatsiyah-voz-i-yunisef-po-profilaktike-yododefitsitnyh-zabolevaniy>
4. Романенко Т.Г., Чайка О.И. Особенности функционирования щитовидной железы у беременных на фоне йоддефицита. *Международный эндокринологический журнал.* 2014;4(60):89-94. Режим доступа: <http://www.mif-ua.com/archive/article/38944>
5. Широкова В.И., В.И. Голоденко, В.Ф. Демин и др. Йодная недостаточность: диагностика и коррекция. *Педиатрия.* 2005;6:68-72.
6. Поздняк А.О. Роль некоторых факторов окружающей среды в развитии эндемического зоба (обзор). *Гигиена и санитария.* 2002;4:13-15.
7. UNICEF. Iodine deficiency in Europe. A counting public health problem. World Health Organization. Geneva, 2007. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/VMNIS_Iodine_deficiency_in_Europe.pdf

8. Delange F. Iodine deficiency in Europe and its consequences: an update. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2002;29:404-416. DOI: 10.1007/s00259-002-0812-7.
9. Мохорт Т.В., Коломиец Н.Д., Петренко С.В., Федоренко Е.В., Шепелькевич А.П., Солнцева А.В. Проблема йодной обеспеченности в республике Беларусь: результаты внедрения стратегии ликвидации йодного дефицита. *Международный эндокринологический журнал.* 2016;1(73):11-18. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-yodnoy-obespechennosti-v-respublike-belarus-rezultaty-vnedreniya-strategii-likvidatsii-yodnogo-defitsita>
10. ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. - 3rd ed. World Health Organization. 2007; 98 p. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/iodine_deficiency/9789241595827/en/
11. Панькив В.И. Проблема сочетанного дефицита йода и селена в развитии заболеваний щитовидной железы. *Международный эндокринологический журнал.* 2014;5(61):75-80. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mezh_2014_5_16
12. Markou KB, Georgopoulos NA, Makri M, Anastasiou E, Vlasopoulou B, Lazarou N, Veizis A, Sakellaropoulos G, Vagenakis AG. Iodine deficiency in Azerbaijan after the discontinuation of an iodine prophylaxis program: reassessment of iodine intake and goiter prevalence in schoolchildren. *Thyroid.* 2001;11:1141-1146. DOI: 10.1089/10507250152740984.
13. Markou K.B. et al. Improvement of iodine deficiency after iodine supplementation in schoolchildren of Azerbaijan was accompanied by hypo and hyperthyrotropinemia and increased title of thyroid autoantibodies. *J. Endocrinol. Invest.* 2003;26:43-48. Available at: http://www.sakellaropoulos.gr/Publications/J15_J%20Endocrinol%20Invest.pdf
14. Горбунов А.В., Ляпунов С.М., Окина О.И., Фронтасьева М.В. Поступление селена и йода в организм человека с различными рационами питания. *Экология человека.* 2011;10:3-8. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/postuplenie-selena-i-yoda-v-organizm-cheloveka-s-razlichnymi-ratsionami-pitaniya>
15. Wong C.K., Lang B.H., Lam C.L. A systematic review of quality of thyroid-specific health-related quality-of-life instruments recommends ThyPRO for patients with benign thyroid diseases. *J. Clin. Epidemiol.* (2016). DOI:10.1016/j.jclinepi.2016.03.006
16. Wu Q., Rayman M.P., Lv H., Schomburg L., Cui B., Gao C., Chen P., Zhuang G., Zhang Z., Peng X., Li H., Zhao Y., He X., Zeng G., Qin F., Hou P., Shi B. Low population selenium status is associated with increased prevalence of thyroid disease. *J Clin Endocrinol Metab.* 2015 Nov;100(11):4037-47. DOI: 10.1210/jc.2015-2222.
17. Mao J., Pop V.J., Bath S.C., Vader H.L., Redman C.W., Rayman M.P. Effect of low-dose selenium on thyroid autoimmunity and thyroid function in UK pregnant women with mild-to-moderate iodine deficiency. *Eur J Nutr.* 2016 Feb;55(1):55-61. DOI: 10.1007/s00394-014-0822-9
18. de Farias C.R., Cardoso B.R., de Oliveira G.M., de Mello Guazzelli I.C., Catarino R.M., Chammas M.C., Cozzolino S.M., Knobel M. A randomized-controlled, double-blind study of the impact of selenium supplementation on thyroid autoimmunity and inflammation with focus on the GPx1 genotypes. *J Endocrinol Invest.* 2015 Oct;38(10):1065-74. DOI: 10.1007/s40618-015-0285-8
19. Wichman J., Winther K.H., Bonnema S.J., Heged Æus L. Selenium Supplementation Significantly Reduces Thyroid Autoantibody Levels in Patients with Chronic Autoimmune Thyroiditis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Thyroid.* 2016 Dec;26(12):1681-1692. DOI: 10.1089/thy.2016.0256
20. Leo M., Bartalena L., Rotondo Dottore G. et al. Effects of selenium on short-term control of hyperthyroidism due to Graves' disease treated with methimazole: results of a randomized clinical trial. *J Endocrinol Invest.* 2017 Mar;40(3):281-287. DOI: 10.1007/s40618-016-0559-9.
21. Ventura, Melo M., Carrilho F. Selenium and thyroid disease: From pathophysiology to treatment. *Int J Endocrinol.* 2017;2017:1297658. DOI: 10.1155/2017/1297658.
22. Hatfield D.L., Berry M.J., Gladyshev V.N. Selenium: its molecular biology and role in human health. 2nd Ed., Springer, New York, 2016, 628 p.
23. Duntas L.H., Benvenga S. Selenium: an element for life. *Endocrine.* 2015 Apr;48(3):756-75. DOI: 10.1007/s12020-014-0477-6.
24. Huijuan Zheng, Junping Wei. et.all Effects of Selenium Supplementation on Graves' Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* 2018(6):1-10. DOI: 10.1155/2018/3763565
25. Mostert V. Selenoprotein P: Properties, functions, and regulation. *Arch Biochem Biophys.* 2000 Apr 15;376(2):433-8. DOI: 10.1006/abbi.2000.1735
26. Kyriakopoulos A., Bertelsmann H., Graebert A. et al. Distribution of an 18 kDa-selenoprotein in several tissues of the rat. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2002;16(1):57-62. DOI: 10.1016/S0946-672X(02)80009-8
27. Krykov G.V., Kumar R.A., Кос А. et al. Selenoprotein R is a zink-containing stereo-specific methionine sulfoxide reductase. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2002 Apr 2;99(7):4245-50. DOI: 10.1073/pnas.072603099
28. Гусейнов Т.М., Сафаров Н.С. Селен и некоторые вирусные заболевания. *Биомедицина (Баку).* 2007;2:3-7. Режим доступа: http://biomedicine.az/download/biomedicine_2_2007.pdf
29. Вапиров В.В., Шубина М.Э., Вапирова Н.В., Беличенко В.И., Шубин И.В. Селен. Некоторые аспекты химии, экологии и участия в развитии патологии. Петрозаводск: ПетрГУ. 2000, 68 с.
30. Зейналлы Э.М., Сафаров Ю.И., Гусейнов Т.М., Абдуллаев Г.М. О содержании селена в крови и моче здоровых лиц. *Азерб. Мед. Журнал.* 1975;8:22-25.
31. Гусейнов Т.М., Яхъяева Ф.Р. Селен как антиокислительный протектор в эритроцитах. Saarbrücken, Germany. Lambert Academic Publishing. 2014, 134 с.

32. Taylor E.W. Selenium and viral diseases: facts and hypotheses. *J. Orthomolecular Medicine*. 1997;12(4):227-239. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/f2ef/bff7602e030b3ef4174513beb0f14720a31d.pdf>
33. Baum M.K. et al. Effect of micronutrient supplementation on disease progression in asymptomatic, antiretroviral-naive, HIV-infected adults in Botswana: A randomized clinical trial. *JAMA*. 2013 Nov 27;310(20):2154-63. DOI: 10.1001/jama.2013.280923.

References

1. Valdina E.A. Zabolevaniya shchitovidnoi zhelezy. *Prakticheskoe rukovodstvo*. 2006; 368 p. (In Russian).
2. Sanchez F.F., Cacicedo L., G. de Escobar Morreale, F. del Escobar R. Nutrition and iodine versus genetic factors in endemic goiter. *J. Endocrinol. Inverst*. 1983;6(3):185-188.
3. Gerasimov G. About New Recommendations of WHO and UNISEF for Prevention of Iodine Deficiency Disorders. 2008;4(1):2-7. Available at: [https://cyberleninka.ru/article/n/o-novyh-rekomendatsiyah-voz-i-yunisef-po-profilaktike-yodod-eftsinyh-zabolevaniy\(In Russian\)](https://cyberleninka.ru/article/n/o-novyh-rekomendatsiyah-voz-i-yunisef-po-profilaktike-yodod-eftsinyh-zabolevaniy(In Russian)).
4. Romanenko T.G., Chayka O.I. Features of Thyroid Function in Pregnant Women Against Iodine Deficiency. *International Journal of Endocrinology*. 2014;4(60):89-94. Available at: <http://www.mif-ua.com/archive/article/38944> (In Russian).
5. Shirokova V.I., Golodenko V.I., Demin V.F. i dr. Iodnaya nedostatochnost': diagnostika i korrektsiya. *Pediatrics*. 2005; 6: 68-72. (In Russian).
6. Pozdnyak A.O. Rol' nekotorykh faktorov okruzhayushchei sredy v razvitii endemicheskogo zoba (obzor). *Gigiena i sanitariya*. 2002;4:13-15. (In Russian).
7. UNICEF. Iodine deficiency in Europe. A counting public health problem. World Health Organization. Geneva, 2007. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/VMNIS_Iodine_deficiency_in_Europe.pdf
8. Delange F. Iodine deficiency in Europe and its consequences: an update. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2002;29:404-416. DOI: 10.1007/s00259-002-0812-7.
9. Mokhort T.V., Kolomiets N.D., Petrenko S.V., Fedorenko E.V., Shepelkevich A.P., Solntseva A.V. Problem of iodine sufficiency in Republic of Belarus: results of introduction of strategy to control iodine deficiency. *International journal of endocrinology*. 2016;1(73):11-18. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-yodnoy-obespechennosti-v-respublike-belarus-rezultaty-vnedreniya-strategii-likvidatsii-yodnogo-defitsita> (In Russian).
10. ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. - 3rd ed. World Health Organization. 2007; 98 p. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/iodine_deficiency/9789241595827/en/
11. Pankiv V.I. Problems of combined selenium and iodine deficiency in development of thyroid pathology. *International journal of endocrinology*. 2014;5(61):75-80. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mezh_2014_5_16 (In Russian).
12. Markou KB, Georgopoulos NA, Makri M, Anastasiou E, Vlasopoulou B, Lazarou N, Veizis A, Sakellaropoulos G, Vagenakis AG. Iodine deficiency in Azerbaijan after the discontinuation of an iodine prophylaxis program: reassessment of iodine intake and goiter prevalence in schoolchildren. *Thyroid*. 2001;11:1141-1146. DOI: 10.1089/10507250152740984.
13. Markou K.B. et al. Improvement of iodine deficiency after iodine supplementation in schoolchildren of Azerbaijan was accompanied by hypo and hyperthyrotropinemia and increased title of thyroid autoantibodies. *J. Endocrinol. Invest*. 2003;26:43-48. Available at: http://www.sakellaropoulos.gr/Publications/J15_J%20Endocrinol%20Invest.pdf
14. Gorbunov A.V., Lyapunov S.M., Okina O.I., Frontasieva M.V. Selenium and iodine intake by human body in different diets. *Ekologiya cheloveka*. 2011;10:3-8. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/postuplenie-selena-i-yoda-v-organizm-cheloveka-s-razlichnymi-ratsionami-pitaniya> (In Russian).
15. Wong C.K., Lang B.H., Lam C.L. A systematic review of quality of thyroid-specific health-related quality-of-life instruments recommends ThyPRO for patients with benign thyroid diseases. *J. Clin. Epidemiol*. (2016). DOI: 10.1016/j.jclinepi.2016.03.006
16. Wu Q., Rayman M.P., Lv H., Schomburg L., Cui B., Gao C., Chen P., Zhuang G., Zhang Z., Peng X., Li H., Zhao Y., He X., Zeng G., Qin F., Hou P., Shi B. Low population selenium status is associated with increased prevalence of thyroid disease. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015 Nov;100(11):4037-47. DOI: 10.1210/jc.2015-2222.
17. Mao J., Pop V.J., Bath S.C., Vader H.L., Redman C.W., Rayman M.P. Effect of low-dose selenium on thyroid autoimmunity and thyroid function in UK pregnant women with mild-to-moderate iodine deficiency. *Eur J Nutr*. 2016 Feb;55(1):55-61. DOI: 10.1007/s00394-014-0822-9
18. de Farias C.R., Cardoso B.R., de Oliveira G.M., de Mello Guazzelli I.C., Catarino R.M., Chammas M.C., Cozzolino S.M., Knobel M. A randomized-controlled, double-blind study of the impact of selenium supplementation on thyroid autoimmunity and inflammation with focus on the GPx1 genotypes. *J Endocrinol Invest*. 2015 Oct;38(10):1065-74. DOI: 10.1007/s40618-015-0285-8
19. Wichman J., Winther K.H., Bonnema S.J., Heged Ûus L. Selenium Supplementation Significantly Reduces Thyroid Autoantibody Levels in Patients with Chronic Autoimmune Thyroiditis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Thyroid*. 2016 Dec;26(12):1681-1692. DOI: 10.1089/thy.2016.0256
20. Leo M., Bartalena L., Rotondo Dottore G. et al. Effects of selenium on short-term control of hyperthyroidism due to Graves' disease treated with methimazole: results of a randomized clinical trial. *J Endocrinol Invest*. 2017 Mar;40(3):281-

287. DOI: 10.1007/s40618-016-0559-9.

21. Ventura, Melo M., Carrilho F. Selenium and thyroid disease: From pathophysiology to treatment. *Int J Endocrinol.* 2017;2017:1297658. DOI: 10.1155/2017/1297658.

22. Hatfield D.L., Berry M.J., Gladyshev V.N. Selenium: its molecular biology and role in human health. 2nd Ed., Springer, New York, 2016, 628 p.

23. Duntas L.H., Benavente S. Selenium: an element for life. *Endocrine.* 2015 Apr;48(3):756-75. DOI: 10.1007/s12020-014-0477-6.

24. Huijuan Zheng, Junping Wei. et.all Effects of Selenium Supplementation on Graves' Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* 2018(6):1-10. DOI: 10.1155/2018/3763565

25. Mostert V. Selenoprotein P: Properties, functions, and regulation. *Arch Biochem Biophys.* 2000 Apr 15;376(2):433-8. DOI: 10.1006/abbi.2000.1735

26. Kyriakopoulos A., Bertelsmann H., Graebert A. et al. Distribution of an 18 kDa-selenoprotein in several tissues of the rat. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2002;16(1):57-62. DOI: 10.1016/S0946-672X(02)80009-8

27. Krykov G.V., Kumar R.A., Koc A. et al. Selenoprotein R is a zink-containing stereo-specific methionine sulfoxide reductase. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2002 Apr 2;99(7):4245-50. DOI: 10.1073/pnas.072603099

28. Guseynov T.M., Safarov N.S. Selenium and some viral diseases. *Biomedicine (Baku).* 2007;2:3-7. Режим доступа: http://biomedicine.az/download/biomedicine_2_2007.pdf (In Russian).

29. Vapirov V.V., Shubina M.E., Vapirova N.V., Belichenko V.I., Shubin I.V. Selen. Nekotorye aspekty khimii, ekologii i uchastiya v razvitiu patologii. [Selenium. Some aspects of chemistry, ecology, and participation in the development of pathology]. Petrozavodsk: PetrGU. 2000, 68 p. (In Russian).

30. Zeinally E.M., Safarov Y.I., Guseinov T.M., Abdullaev G.M. O sodержanii selena v krovi i moche zdorovykh lits. *Azerb. Med. J.* 1975;8:22-25. (In Russian).

31. Guseinov T.M., Yakhyaeva F.R. Selen kak antiokislitelnyi protektor v eritrotsitakh. 2014, 134 p. (In Russian).

32. Taylor E.W. Selenium and viral diseases: facts and hypotheses. *J. Orthomolecular Medicine.* 1997;12(4):227-239. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/f2ef/bff7602e030b3ef4174513beb0f14720a31d.pdf>

33. Baum M.K. et al. Effect of micronutrient supplementation on disease progression in asymptomatic, antiretroviral-naive, HIV-infected adults in Botswana: A randomized clinical trial. *JAMA.* 2013 Nov 27;310(20):2154-63. DOI: 10.1001/jama.2013.280923.

Информация о соавторах:

С.Я.Гусейнова

Институт биофизики НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Р.Т.Гулиева

Институт биофизики НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Ф.Р.Яхьяева

Институт биофизики НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Information about co-authors:

Huseynova S.Y.

Institute of Physics of National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Quliyeva R.T.

Institute of Physics of National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Yahyayeva F.R.

Institute of Physics of National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan
