

УДК 577.118:616.441

РОЛЬ БИОЭЛЕМЕНТОВ В УВЕЛИЧЕНИИ ОБЪЕМА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ПРИМОРСКОМ РЕГИОНЕ

© 2007 г. Р. В. Кубасов, А. Л. Горбачев, Е. Д. Кубасова

Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, г. Архангельск

Эндемический зоб, несмотря на интенсивные исследования причинных факторов и профилактику йодного дефицита, по-прежнему остается острой медико-социальной проблемой [4, 9, 37, 42]. Невозможность полной ликвидации эндемии зоба, принимающей масштаб пандемии, объяснима ее полиэтиологическим характером [2, 12, 24].

По классическим представлениям [11, 31], ведущим фактором эндемического зоба является дефицит йода — ключевого элемента тиреоидных гормонов. Однако влияние йода на организм не подчиняется простой формуле «йодный дефицит — зоб». В некоторых регионах отмечается несоответствие тяжести эндемии уровню йодного дефицита. Проведение йодной профилактики в этих регионах снижает напряженность эндемии, но не приводит к ее полной ликвидации [3, 28]. Кроме того, эндемия зоба выявлена и в йоднаполненных регионах [8, 17, 27]. Показано [9], что близость моря и наличие морепродуктов не являются гарантией йодного благополучия населения: йодный дефицит и зобные эндемии отмечены во многих приморских странах мира, включая и некоторые приморские регионы России, в частности рыбацкие поселки Сахалина. Кроме того, в различных регионах эндемический зоб имеет специфические морфофункциональные черты, что исключает его универсальный йоддефицитный генез и указывает на полиэтиологическую природу [18].

По современным представлениям [12, 26, 28, 32], зобная эндемия — интегральный показатель, определяемый природно-климатическими, эколого-социальными, генетическими и другими факторами, которые могут прямо или косвенно воздействовать на усвоение йода и функцию щитовидной железы (ЩЖ) и приводить к диффузной гиперплазии тиреоидной ткани.

Ведущим струмогенным (зобогенным) биогеохимическим фактором, кроме собственно йодного дефицита, является дефицит или избыток в биосфере химических элементов, контролирующих синтез йодированных гормонов. В некоторых биогеохимических провинциях на фоне йодной обеспеченности среды дисбаланс тиреоспецифических биоэлементов может блокировать поступление в организм йода, вызывая его эндогенный дефицит [13, 36]. В итоге развивается компенсаторное увеличение ЩЖ, приводящее к формированию эндемического зоба. С учетом биогеохимического разнообразия территории России и ее недостаточной изученности особый научно-практический интерес представляет исследование природы эндемического зоба в йодобеспеченных регионах.

Архангельская область является обширной территорией зобной эндемии. Эпидемиологическими исследованиями установлена географическая дифференциация йодных пищевых цепей с выраженным

Представлены результаты исследования параметров зобной эндемии (йодное обеспечение, уровень диффузного увеличения щитовидной железы), а также микроэлементного статуса детей, проживающих на приморской территории Архангельской области. Проанализированы связи между развитием зобной эндемии и содержанием в организме определенных биоэлементов. С помощью математического моделирования показано, что на развитие диффузного увеличения щитовидной железы значимое влияние оказывает дисбаланс тиреоспецифических элементов: кобальта, йода, селена, магния, кремния.

Ключевые слова: щитовидная железа, йодный дефицит, эндемический зоб, биоэлементы.

йодным дефицитом континентальных (южных) территорий области и йодной обеспеченностью приморских (северных) [9, 21]. Несмотря на йодное наполнение биосферы приморских регионов, на их территориях также существует проблема эндемического зоба [5, 14, 15, 20, 25], что свидетельствует о наличии в биосфере струмогенных факторов.

В связи с этим представилось актуальным определить выраженность зобной эндемии в приморском регионе Архангельской области и исследовать зобогенные свойства микроэлементного статуса жителей.

Материалы и методы

Исследование проведено на территории Приморского района Архангельской области (п. Рикасиха). Объектом исследования явились дети препубертатного возраста (7–11 лет). Йодный фон территории установлен йодурией — определением уровня йода в моче (церий-арсениновый метод), рекомендуемой ВОЗ для оценки степени йодного дефицита [42]. Обеспеченность населения йодом считается оптимальной при медиане йодурии, находящейся в интервале 100–300 мкг/л. При этом не менее 50 % обследуемых должны иметь показатель йодурии в интервале.

Для оценки состояния ЩЖ и изучения тиреоидного объема у 82 детей проведено ее ультразвуковое исследование [14]. Наличие диффузного увеличения железы определяли по нормативам М. Zimmerman [44].

Одновременно в этой же группе детей изучен биоэлементный статус. Материалом для исследования послужили волосы, химический состав которых отражает элементный статус организма [22]. Анализ проведен в испытательной лаборатории Центра биотической медицины (г. Москва). Методами атомной эмиссионной спектromетрии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой определены и проанализированы следующие макро- и микроэлементы (МЭ): Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, Mg, Mn, Se, Si, Zn.

Проведен анализ содержания МЭ в волосах детей относительно пределов биологически допустимых уровней [10, 39], рассмотрена распространенность пониженных и повышенных уровней биоэлементов.

Оценка степени влияния МЭ на объем ЩЖ проведена множественным регрессионным анализом пошаговым методом. Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета прикладных программ Statistica 5.5. (Stat Soft. USA).

Результаты исследования и их обсуждение

Медиана йодурии у жителей приморского региона составила 101,7 мкг/л при нижней границе нормы 100 мкг/л. При этом концентрация йода, превышающая нижнюю границу нормы, выявлена у 53 % обследованных. Согласно рекомендациям ВОЗ, полученные показатели йодурии свидетельствуют о достаточной йодной обеспеченности населения исследуемой территории.

По результатам ультразвукового исследования, тиромегалия — диффузное увеличение ЩЖ выявлена у 16,7 % детей, что превышает 5 % эпидемиологический порог эндемического зоба [29] и соответствует легкой степени зобной эндемии. Таким образом, территория Приморского района, несмотря на йодную обеспеченность, является зобно-эндемичной.

Несоответствие между нормальным уровнем йода в окружающей среде и наличием эндемии зоба указывает на эндогенный дефицит этого элемента или дефицит тиреоидных гормонов. Без учета действия струмогенных факторов развитие компенсаторной гиперплазии ЩЖ свидетельствует, что установленный в организме жителей уровень йода, по-видимому, является недостаточным для ее нормальной работы.

Подтверждением высказанному предположению являются данные о неоднозначных показателях йодной обеспеченности населения по концентрации йода в моче и по содержанию его в волосах. В частности, в некоторых приморских регионах России, включая Архангельскую область, биосфера которых предполагает насыщение йодом, доказанное методом йодурии, выявлены крайне низкое содержание йода в волосах жителей и соответственно эндемический зоб. На этом основании авторами [6] сделано заключение, что на исследованных приморских территориях реальным показателем йодного статуса жителей является содержание йода в волосах, отражающее его эндогенный дефицит.

Таким образом, метод йодурии, рекомендуемый ВОЗ для оценки йодного фона, по-видимому, не отображает реальной обеспеченности этим элементом. Медиана йодурии, находящаяся на нижней границе нормы, не в полной мере отражает потребность в йоде жителей северного приморского региона. Для понимания механизмов развития зобной эндемии на исследуемой территории изучен элементный статус населения, способный выступать в качестве струмогенного фактора.

Результаты количественного исследования МЭ в волосах детей представлены в таблице. Медианы содержания Co, Cr, I, Se, Mg и Mn оказались ниже пределов биологически допустимого уровня, показатели Fe и Ca — на нижней границе.

Анализ распространения недостатка и избытка биоэлементов в волосах детей (рис. 1) выявил популяционный дефицит кобальта, селена (100 % детей), хрома (93), магния (89), марганца (73), йода (59), железа (43) и кальция (41). Помимо этого у 25 % обследованных отмечен избыток кремния.

Сниженное содержание эссенциальных микроэлементов в организме детей может быть обусловлено биогеохимическими особенностями региона проживания. Согласно данным литературы [13], Северо-Западный регион РФ, в состав которого входит и Архангельская область, относится к биогеохимической провинции, дефицитной по селену и кобальту. Показано, что недостаток этих элементов

снижает биодоступность других эссенциальных МЭ. В частности, при дефиците селена, кобальта организм может испытывать эндогенный дефицит йода даже при его достаточном поступлении с продуктами питания [30, 38].

Содержание химических элементов в волосах детей Приморского района Архангельской области

Элемент	Содержание (медиана), мкг/г	Биологически допустимый уровень ¹ , мкг/г	
		Нижняя граница	Верхняя граница
Ca	210,7	200	1500
Cd	0,03	0	0,5
Co	0,008*	0,2	1,0
Cr	0,3*	0,5	1,5
Cu	9,0	6,5	15,0
Fe	16,5	15,0	50,0
I	0,15*	0,42 ²	2,7 ²
Mg	17,6*	25	120
Mn	0,3*	0,5	3,0
Se	0,4*	0,8	3,0
Si	19,8	5	30
Zn	170,2	125	250

Примечания: ¹ – В. А. Демидов, А. В. Скальный, 2001; ² – G. V. Iyenger, J. Woittiez, 1988 (референтный интервал); * – значения медианы ниже биологически допустимого уровня.

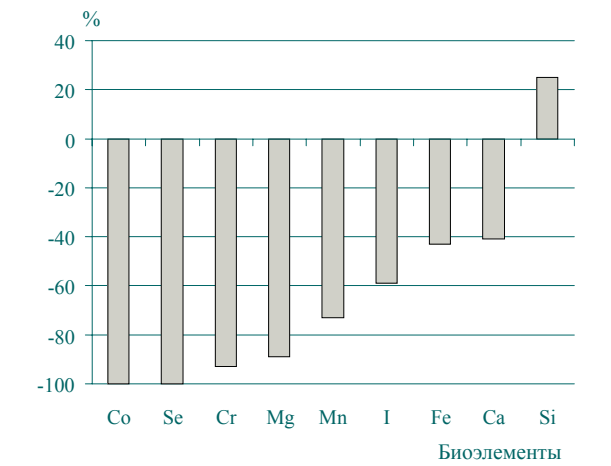


Рис. 1. Распространенность пониженного и повышенного содержания биоэлементов в волосах детей, проживающих в Приморском районе Архангельской области

Известно, что недостаток кобальта в организме тормозит энзиматические реакции синтеза тироксина, приводит к снижению активности тирозинйодиназы, регулирующей йодирование тирозина, а также цитохромоксидазы, участвующей в окислении йодида в йодат [24]. Таким образом, дефицит этого МЭ может быть причиной нарушения синтеза тиреоидных гормонов и развития эндемического зоба на исследуемой территории.

По современным представлениям, недостаток селена в организме играет значительную роль в развитии тиреоидной дисфункции [40] и приводит к дисбалансу тиреоидных гормонов — накоплению тироксина с одновременным снижением количества

трийодтиронина [38, 41]. Поскольку в гипофизе есть рецепторы лишь к трийодтиронину, то при дефиците селена нарушается механизм обратной связи, регулирующий продукцию тиреотропного гормона. Гиперпродукция тиреотропного гормона при недостатке этого биоэлемента запускает гиперпластические процессы в ЩЖ [34]. Пониженное содержание селена, наблюдаемое у 100 % обследуемых детей, предполагает дисбаланс тиреоидных гормонов, приводящий к увеличению железы и формированию эндемии зоба.

Содержание хрома в волосах является маркером обеспеченности организма этим элементом [1]. Недостаток хрома может нарушать тиреоидный гормоногенез [28]. Пониженное содержание хрома у 93 % детей в комплексе с дисбалансом других тиреоспецифических МЭ способствует развитию и утяжелению зобной эндемии.

Особенностью элементного статуса исследованной группы детей явилось сниженное содержание магния и преддефицитный уровень кальция, который находился на нижней границе биологически допустимого уровня. Распространенность пониженного содержания магния среди детей составила 88,6 %, а кальция — 40,9. Сниженное содержание магния и кальция объяснимо биогеохимической спецификой исследуемой территории. Одной из причин может быть употребление чрезвычайно мягкой питьевой воды с низким содержанием солей этих МЭ. Согласно данным М. Х. Шраги [33], минеральный состав природной воды р. Северной Двины не обеспечивает даже минимальной потребности человека в кальции и магнии.

В литературе [28, 35] имеются сведения, что недостаток или дисбаланс кальция и магния изменяют функциональную активность щитовидной железы. Кроме того, установлено, что степень выраженности эндемии коррелирует с жесткостью питьевой воды и содержанием в ней указанных элементов [7, 13]. Следовательно, пониженное содержание магния и кальция может являться одной из причин распространенности диффузного увеличения ЩЖ у детей исследуемого района.

Содержание марганца оказалось сниженным у 72,7 % детей. В. В. Ковальским [13] установлено, что дефицит этого биоэлемента в организме тормозит синтез тиреоидных гормонов. Отмечено, что его недостаток в почве, пищевых продуктах провоцирует и значительно усиливает эндемию зоба. Показана прямая связь между увеличенным объемом ЩЖ и пониженным содержанием в организме марганца [8]. На этом основании можно полагать, что недостаточное содержание марганца в организме детей может способствовать функциональному напряжению тиреоидной системы.

Данные о роли недостатка или избытка железа в генезе эндемического зоба малочисленны. Известно, что дефицит указанного биоэлемента усиливает функцию щитовидной железы, вызывая гиперпродукцию тиреотропного гормона. Недостаток железа может

приводить к снижению активности фермента тиреопероксидазы, контролирующей биосинтез йодтиронинов [16, 34, 43]. По нашим данным, у 43 % детей отмечен сниженный уровень этого МЭ. Следовательно, можно полагать, что усиливающим фактором диффузного увеличения ЩЖ у детей исследуемой местности может быть дефицит железа.

Кроме сниженного содержания указанных выше биоэлементов, у детей выявлено повышенное содержание в волосах кремния. Встречаемость избыточного уровня кремния составила 25 %, что позволяет отнести исследуемый район к кремниевой биогеохимической провинции. По данным литературы [8, 23], в кремниевых биогеохимических провинциях наблюдается нарушение баланса биогенных элементов, что служит базой для формирования эндемического зоба. Формирующийся под воздействием избытка кремния биоэлементный дисбаланс может приводить к развитию у некоторых индивидов стойкого нарушения структуры щитовидной железы с пролиферацией тиреоидной паренхимы. Помимо этого избыток данного МЭ способствует образованию участков гиперплазии тиреоидной ткани [19]. Можно предположить, что повышенное содержание кремния у детей исследуемой группы является одним из биогеохимических факторов увеличения ЩЖ.

Для исследования роли МЭ в поддержании структурно-функциональных параметров ЩЖ проведен множественный регрессионный анализ. Зависимым параметром определен ее объем, а факторами, оказывающими значимое влияние ($p < 0,05$) на зависимый параметр, — содержание биоэлементов.

В результате анализа построено уравнение регрессионной зависимости объема ЩЖ от содержания биоэлементов ($F = 3,86$; $p < 0,05$, $R^2 = 86,6$), которое позволяет прогнозировать объем железы, располагая известными уровнями МЭ (I, Mg, Zn, Se, Co, Cr, Si, Mn, Cd):

$$Y = 8,59 - 1,5 \times I - 0,12 \times Mg - 0,018 \times Zn - 1,27 \times Se - 178 \times Co + 6,21 \times Cr + 0,08 \times Si + 2,74 \times Mn - 8,05 \times Cd,$$

где Y — ее объем.

Правомочность разработанной модели подтверждена тестированием — определением индивидуальных объемов ЩЖ, исходя из содержания биоэлементов. Результаты тестирования совпали с реальными объемами железы в 83 % случаев.

Полученная модель предполагает, что дефицит или избыток МЭ в организме являются факторами, оказывающими влияние на изменение объема ЩЖ.

Исходя из уравнения регрессии, обнаружены значимые положительные зависимости объема железы от содержания хрома, марганца, кремния, т. е. ее увеличение должно являться следствием повышенного содержания в организме этих элементов. Однако, как указывалось выше, среди исследованных биоэлементов повышенный уровень выявлен лишь для кремния. Следовательно, можно считать, что кремний действительно является фактором увеличения объ-

ема ЩЖ, а хром и марганец — лишь компонентами математической модели регрессии.

Помимо положительных корреляционных связей, между объемом щитовидной железы и содержанием биоэлементов обнаружены и отрицательные взаимосвязи объема и обеспеченности йодом, кобальтом, магнием, селеном, цинком и кадмием. На этом основании можно полагать, что увеличение объема ЩЖ связано с недостатком в организме этих МЭ. В то же время, как ранее показано, у детей выявлено сниженное содержание йода, кобальта, магния, селена. Следовательно, дефицит данных элементов можно считать зобогенным фактором. Отклонений в содержании цинка и кадмия среди обследованных детей не обнаружено. Соответственно цинк и кадмий являются только компонентами математического уравнения регрессии и их нельзя считать факторами увеличения объема ЩЖ у исследованной группы детей.

Обобщающие результаты регрессионного анализа влияния биоэлементов на объем щитовидной железы представлены на схеме (рис. 2).

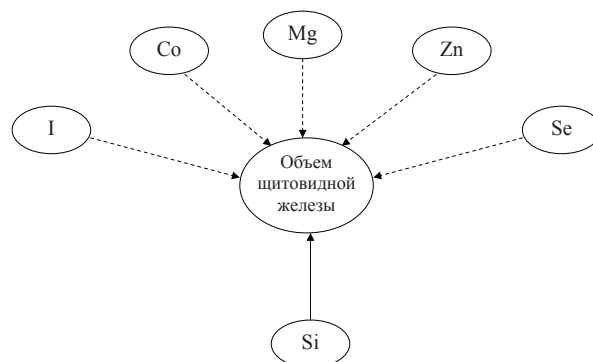


Рис. 2. Влияние биоэлементов на объем щитовидной железы у детей, проживающих в Приморском районе Архангельской области

Примечание: сплошная стрелка — положительная зависимость, пунктирная стрелка — отрицательная зависимость.

Для оценки степени влияния факторов на моделируемый признак проведен расчет вклада определенных МЭ (Co, I, Mg, Se, Si) в формирование объема щитовидной железы. Общий вклад биоэлементов в определение объема ЩЖ составил 24 %. Остальные 76 % приходятся на другие, не включенные в модель факторы (эндокринный фон, метаболический статус, внешняя среда и т. д.).

Расчет степени влияния определенных биоэлементов показал, что наибольшее влияние на объем щитовидной железы оказывал избыток кремния (11,6 % от общего вклада биоэлементов), дефицит йода (10,4), кобальта (9,6) и магния (9,3). Несмотря на то, что недостаток селена выявлен у 100 % обследованных детей, его вклад в изменение объема ЩЖ по сравнению с перечисленными элементами оказался минимальным и составил 2,7 %.

Таким образом, с помощью регрессионного анализа показано, что зобная эндемия в исследуемом

районе обусловлена дисбалансом биоэлементов в организме жителей. Значимую роль в увеличении объема ЩЖ играют избыток в организме кремния, дефицит кобальта, магния и селена, а также дефицит йода, несмотря на благополучный йодный фон территории.

Выводы

1. По критериям ВОЗ, основанным на исследовании йода в моче, Приморский район Архангельской области является йодобеспеченной территорией. Однако содержание йода в волосах указывает на его недостаток, обнаруженный у 59 % детей. Таким образом, данную территорию следует считать относительно йодобеспеченной.

2. Исследуемый район является очагом зобной эндемии. Распространенность диффузного увеличения щитовидной железы среди детей препубертатного возраста составила 16,7 %, что превышает эпидемиологический порог эндемического зоба и поднимает вопрос об адекватности йодной обеспеченности населения.

3. На основании многоэлементного анализа волос у проживающих на исследуемой территории детей выявлен дефицит кобальта, селена, хрома, магния, марганца, йода, железа и кальция, а также избыток кремния, что является комплексным биогеохимическим фактором зобной эндемии в приморском регионе.

4. Множественный регрессионный анализ выявил значимую роль в увеличении щитовидной железы дисбаланса кремния, йода, кобальта магния, селена.

Список литературы

1. Авцын А. П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. — М. : Медицина, 1991. — 496 с.
2. Балаболкин М. И. Решенные и нерешенные вопросы эндемического зоба и йоддефицитных состояний (лекция) / М. И. Балаболкин // Проблемы эндокринологии. — 2005. — Т. 51, № 4. — С. 31–37.
3. Велданова М. В. Роль некоторых стромогенных факторов внешней среды в возникновении зобной эндемии / М. В. Велданова // Микроэлементы в медицине. — 2000. — Т. 1 — С. 17–25.
4. Герасимов Г. А. Йоддефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы / Г. А. Герасимов, В. В. Фадеев, Н. Ю. Свириденко и др. — М. : Адамант, 2002. — 168 с.
5. Горбачев А. Л. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний / А. Л. Горбачев, Л. К. Добродеева, Ю. Р. Теддер, Е. Н. Шацова // Экология человека. — 2007. — № 1. — С. 4–11.
6. Горбачев А. Л. Содержание йода в волосах как показатель йодного статуса организма / А. Л. Горбачев, М. Г. Скальная, М. В. Велданова, А. Р. Грабеклис // Микроэлементы в медицине. — 2007. — Т. 8, вып. 1. — С. 17–19.
7. Горбачев А. Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды / А. Л. Горбачев // Микроэлементы в медицине. — 2006. — Т. 7, вып. 2. — С. 11–24.
8. Горбачев А. Л. Эндемический зоб у детей г. Магадана. Эпидемиология, экологические факторы / А. Л. Горбачев, А. В. Ефимова, Е. А. Луговая. — Магадан : Изд-во СМУ, 2004. — 106 с.
9. Дедов И. И. Стратегия ликвидации йоддефицитных заболеваний в Российской Федерации / И. И. Дедов, Н. Ю. Свириденко // Проблемы эндокринологии. — 2001. — Т. 47, № 6. — С. 3–12.
10. Демидов В. А. Оценка элементного статуса детей Московской области при помощи многоэлементного анализа волос / В. А. Демидов, А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. — 2001. — Т. 2, вып. 3. — С. 46–55.
11. Йоддефицитные заболевания у детей и подростков: диагностика, лечение, профилактика : научно-практическая программа. — М. : Международный фонд охраны здоровья матери и ребенка, 2005. — 48 с.
12. Касаткина Э. П. Диффузный нетоксический зоб / Э. П. Касаткина // Проблемы эндокринологии. — 2001. — Т. 47, № 4. — С. 3–6.
13. Ковальский В. В. Геохимическая экология / В. В. Ковальский. — М. : Наука. — 1974. — 280 с.
14. Кубасова Е. Д. Особенности зобной эндемии в Приморском районе Архангельской области / Е. Д. Кубасова, А. Л. Горбачев, Р. В. Кубасов и др. // Академическая наука и ее роль в развитии производительных сил в северных регионах России : Всероссийская конференция с международным участием [Электронный ресурс]. — Электрон., текстовые и граф. данные. — Архангельск : Институт экологических проблем Севера УрО РАН, 2006. — 1 электрон. диск (CD-R) : ч.-б. — Загл. с экрана. — Диск помещен в контейнер 14С112,5 см.
15. Малявская С. И. К вопросу о проблеме зобной эндемии у детей г. Архангельска / С. И. Малявская, М. Х. Шрага, В. А. Самодова и др. // Экология человека. — 1997. — № 3. — С. 83–87.
16. Насолодин В. В. Причины, диагностика и лечение желездефицитных состояний населения (обзор) / В. В. Насолодин, И. П. Гладких, В. А. Дворкин // Гигиена и санитария. — 1996. — № 1. — С. 18–23.
17. Поздняк А. О. Роль некоторых факторов окружающей среды в развитии эндемического зоба (обзор) / А. О. Поздняк // Гигиена и санитария. — 2002. — № 4. — С. 13–15.
18. Селятицкая В. Г. Частота увеличения щитовидной железы и экскреция йода с мочой у детей Новосибирска / В. Г. Селятицкая, Н. А. Пальчикова, С. В. Одинцов и др. // Проблемы эндокринологии. — 1997. — Т. 43, № 5. — С. 3–5.
19. Семенов В. Д. К вопросу о возможных причинах автономной аденомы щитовидной железы / В. Д. Семенов, Л. А. Сверчкова // Микроэлементы в медицине. — 2001. — Т. 2, вып. 3. — С. 36–41.
20. Сибилева Е. Н. Медико-экологические особенности зобной эндемии у детей и подростков Архангельской области : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Сибилева Елена Николаевна. — Архангельск, 2006. — 35 с.
21. Сибилева Е. Н. Особенности зобной эндемии у детей в Архангельской области по данным ультразвукового исследования щитовидной железы / Е. Н. Сибилева // Экология человека. — 2004. — № 5. — С. 44–46.
22. Скальный А. В. Биоэлементы в медицине /

А. В. Скальный, И. А. Рудаков. — М. : Изд. дом «Оникс 21 век» ; Мир, 2004. — 272 с.

23. *Сусликов В. Л.* Геохимическая экология болезней в 4 т. Т. 3. Атомовитозы / В. Л. Сусликов. — М. : Гелиос АРВ, 2002. — 670 с.

24. *Талантов В. В.* Эндемический зоб. Сущность. Экология и генетика в этиологии. Дефиниция / В. В. Талантов // Проблемы эндокринологии. — 1989. — Т. 35, № 4. — С. 43–46.

25. *Теддер Ю. Р.* Современное состояние проблемы йодного дефицита в Архангельской области / Ю. Р. Теддер, П. П. Гордиенко // Экология человека. — 2002. — № 2. — С. 6–8.

26. *Терещенко И. В.* Микроэлементы и эндемический зоб / И. В. Терещенко, Т. П. Голдырева, В. И. Бронников // Клиническая медицина. — 2004. — № 1. — С. 62–68.

27. *Терпугова О. В.* Этиопатогенез и патофизиологическая сущность зобной трансформации. Современные аспекты проблемы : учебное пособие / О. В. Терпугова. — Ярославль : Александр Рутман, 2002. — 24 с.

28. *Тлиашинова А. М.* Многокомпонентная система в развитии заболеваний щитовидной железы (йод и экзогенные факторы) / А. М. Тлиашинова, С. А. Рустамбекова // Русский медицинский журнал. — 2005. — Т. 13, № 28. — С. 1924–1926.

29. *Трошина Е. А.* Современные стандарты эпидемиологических исследований в тиреоидологии / Е. А. Трошина, Н. М. Платонова // Проблемы эндокринологии. — 2006. — Т. 52, № 4. — С. 39–42.

30. *Тутельян В. А.* Селен как эссенциальный и дефицитный фактор в питании населения России / В. А. Тутельян, С. А. Хотимченко // Вестник РАМН. — 2001. — № 6. — С. 31–34.

31. *Фадеев В. В.* Эутиреоидный зоб. Патогенез, диагностика, лечение / В. В. Фадеев // Клиническая тиреодология. — 2003. — Т. 1, № 1. — С. 3–13.

32. *Фархутдинова Л. М.* Микроэлементы волос у больных с зобом / Л. М. Фархутдинова, В. В. Сперанский, А. Ж. Гильманов // Клиническая лабораторная диагностика. — 2006. — № 8. — С. 19–21.

33. *Шпрага М. Х.* Медико-экологические аспекты жизнеобеспечения в основных промышленных городах Архангельской области: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Шпрага Моисей Хаймович. — Архангельск, 1996. — 400 с.

34. *Arthur J.* Thyroid function / J. Arthur, G. Beckett // Br. Med. Bull. — 1999. — Vol. 55, N 3. — P. 658–668.

35. *Dolev E.* Alteration in magnesium and zinc metabolism in thyroid disease / E. Dolev, P. Deuster, B. Solomon et al. // Metabolism. — 1988. — Vol. 37, N 1. — P. 61–67.

36. *Gaitan E.* Goitrogens // Bailliere Clin. Endocrinol. Metab. — 1988. — Vol. 2, N 3. — P. 683–702.

37. *Hetzel B. S.* Iodine deficiency: a global problem / B. S. Hetzel // Med. J. Aust. — 1996. — Vol. 165, N 1. — P. 28–29.

38. *Hmidi N.* Selenium et fonction thyroïdienne / N. Hmidi, M. Kessabi, P. Benard et al. // Med. Sci. — 1996. — Vol. 12, N 10. — P. 1142–1144.

39. *Iyenger G. V.* Trace elements in human clinical specimens: evaluation of literature data to identify reference values / G. V. Iyenger, J. Woittiez // Clin. Chem. — 1988. — Vol. 34, N 1. — P. 474–481.

40. *Köhrle J.* Selenium, the thyroid, and the endocrine system / J. Köhrle, F. Jakob, B. Contempre, J. Dumont // Endocr. Rev. — 2005. — Vol. 26, N 7. — P. 944–984.

41. *Kralik A.* Influence of zinc and selenium deficiency on parameters relating to thyroid hormone metabolism / A. Kralik, K. Eder, M. Kirchgessner // Horm. Metab. Res. — 1996. — Vol. 26, N 5. — P. 223–226.

42. *WHO, ICCIDD, UNCF.* Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. — 2nd ed. — Geneva, 2001. — P. 1–107.

43. *Zimmermann M.* The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health / M. Zimmermann, J. Köhrle // Thyroid. — 2002. — Vol. 12, N 10. — P. 867–878.

44. *Zimmermann M.* Toward a consensus on reference values for thyroid volume in iodine-replete schoolchildren: results of a workshop on inter-observer and inter-equipment variation in sonographic measurement of thyroid volume / M. Zimmermann, L. Molinari, M. Spehl et al. // Eur. J. Endocrinol. — 2001. — Vol. 144, N 3. — P. 213–220.

ROLE OF BIOELEMENTS IN INCREASE OF THYROID GLAND VOLUME IN CHILDREN LIVING IN COASTAL DISTRICTS

R. V. Koubassov, A. L. Gorbachev, E. D. Koubassova

Institute of Environmental Physiology, Russian Acad. Sci., Ural Branch, Arkhangelsk

The results of the research of the strumous endemia parameters (iodine provision, level of diffusive increase of thyroid gland) as well as of the microelement status of children living in the coastal districts of the Arkhangelsk region have been given. Connections between development of strumous endemia and content of certain bioelements in organisms have been analyzed. With the help of the mathematical simulation, it has been shown that development of a diffusive increase of the thyroid gland is significantly affected by an unbalance of thyrospecific elements: cobalt, iodine, selenium, magnesium, silicon.

Key words: thyroid gland, iodine deficit, endemic goiter, bioelements.

Контактная информация:

Кубасов Роман Викторович — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института физиологии природных адаптаций УрО РАН

Адрес: 163061, г. Архангельск, пр. Ломоносова, д. 249

Тел. (8182) 20-09-27; e-mail: rvk@atnet.ru

Статья поступила 16.11.2007 г.