

УДК 616.441-053.6

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЭНДЕМИЧЕСКОГО ЗОБА В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОНАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПОПУЛЯЦИИ МАЛЬЧИКОВ ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА

Камалов К.Г., Маликова Б.Т.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала,
Российская Федерация, e-mail: bela.malikova@mail.ru*

Эндемический зоб, индуцированный йододефицитом, остается серьезной медико-социальной проблемой в Республике Дагестан – в регионе с выраженной эколого-географической зональностью. Цель исследования – комплексная оценка распространенности эндемического зоба в популяции мальчиков пубертатного возраста (11-13 лет) в различных эколого-географических зонах и анализ ее связи с тяжестью йододефицита и дисмикроэлементозом. На основе ретроспективных данных клинико-эпидемиологического обследования 3457 мальчиков за продолжительный период (2002-2013 гг.) был проведен сравнительный анализ трех основных эколого-географических зон (равнинная, предгорная, горная) региона. В рамках исследования выполнялась оценка йодного статуса по медиане йодурии, объема щитовидной железы по данным ультразвукового исследования и спектрометрический анализ содержания ключевых микроэлементов (цинк, медь, марганец, кобальт) в объектах окружающей среды (почва, вода). Результаты выявили высокую и вариабельную распространенность эндемического зоба, показатели которой варьировали от 16,5% до 47,3% в зависимости от конкретной зоны и года наблюдения. Статистический анализ установил отсутствие тесной корреляционной связи между степенью йододефицита и частотой эндемического зоба, особенно в предгорной зоне ($R=0,2; p>0,05$). При этом были выявлены статистически значимые корреляции между частотой зоба и содержанием в среде марганца (прямая связь, $R=+0,77; p<0,05$), а также цинка ($R=-0,797; p<0,05$), меди ($R=-0,773; p<0,05$) и кобальта ($R=-0,786; p<0,05$) – обратные связи. Полученные выводы подчеркивают, что в формировании зобной эндемии на территории Дагестана, помимо абсолютного йододефицита, значительную и независимую роль играют региональные факторы дисмикроэлементоза. Это обуславливает необходимость обязательного учета геохимических особенностей территорий при разработке и реализации адресных региональных программ профилактики.

Ключевые слова: эндемический зоб, йододефицит, дисмикроэлементоз, мальчики, пубертатный возраст, эколого-географические зоны, Дагестан, эпидемиология.

IODINE DEFICIENCY IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN: RESULTS OF MONITORING NEWBORNS USING NEONATAL THYROID STIMULATING HORMONE INDICATORS IN DIFFERENT ALTITUDE ZONES

Kamalov K.G., Malikova B.T.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Dagestan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Makhachkala, Russian Federation, e-mail: bela.malikova@mail.ru*

Endemic goiter, induced by iodine deficiency, remains a serious medical and social problem in the Republic of Dagestan – a region with distinct ecological and geographical zonation. The aim of the study was a comprehensive assessment of the prevalence of endemic goiter in a population of pubertal boys (11-13 years old) across various ecological-geographical zones and an analysis of its association with the severity of iodine deficiency and dysmicoelementosis. Based on retrospective data from a clinical-epidemiological examination of 3,457 boys over a prolonged period (2002-2013), a comparative analysis of the three main ecological-geographical zones (lowland, foothill, mountain) of the region was conducted. The study involved an assessment of iodine status based on median ioduria, thyroid volume according to ultrasound data, and a spectrometric analysis of the content of key trace elements (zinc, copper, manganese, cobalt) in environmental objects (soil, water). The results revealed a high and variable prevalence of endemic goiter, with rates ranging from 16.5% to 47.3% depending on the specific zone and year of observation. Statistical analysis established the absence of a close correlation between the degree of iodine deficiency and the frequency of endemic goiter, especially in the foothill zone ($R=0.2; p>0.05$). At the same time, statistically significant correlations were identified between the frequency of goiter and the

environmental content of manganese (direct relationship, $R= +0.77$; $p<0.05$), as well as zinc ($R= -0.797$; $p<0.05$), copper ($R= -0.773$; $p<0.05$), and cobalt ($R= -0.786$; $p<0.05$) – inverse relationships. The obtained findings emphasize that in the formation of goiter endemic in Dagestan, alongside absolute iodine deficiency, regional factors of dysmicroelementosis play a significant and independent role. This necessitates the mandatory consideration of the geochemical characteristics of the territories when developing and implementing targeted regional prevention programs.

Keywords: endemic goiter, iodine deficiency, dysmicroelementosis, boys, pubertal age, ecological-geographical zones, Dagestan, epidemiology.

Введение

В Российской Федерации (РФ) проблема йододефицитных заболеваний (ЙДЗ) сохраняет свою актуальность, несмотря на предпринимаемые усилия. По данным мониторинга, около 70% территорий страны в разной степени эндемичны по зобу [1]. Исторически сложилось, что в начале 1970-х годов меры контроля за массовой профилактикой йододефицита (ЙДФ) были ослаблены, что привело к росту распространенности эндемического зоба (ЭЗ) [1; 2]. Активная фаза профилактики, начатая с 1990 года с использованием йодированной соли, способствовала некоторому улучшению ситуации в Республике Дагестан (РД), однако полной ликвидации ЙДФ достичь не удалось [2; 3]. Современные исследования подтверждают, что проблема остается нерешенной, а ее региональные аспекты требуют детального изучения [4; 5].

Республика Дагестан, являющаяся частью Северо-Кавказского федерального округа, характеризуется сложной структурой, включающей три ярко выраженные эколого-географические зоны (ЭГЗ): равнинную, предгорную и горную. Эпидемиологические исследования, проведенные в начале 2000-х годов, демонстрировали критическую ситуацию: частота ЭЗ в РД достигала 46,0-50,4% при медиане экскреции йода с мочой (Ме) всего 15,3 мкг/л, что соответствует тяжелому йододефициту [6; 7].

Среди алиментарно зависимых заболеваний ЭЗ, индуцированный хронической недостаточностью йода в окружающей среде, продолжает занимать лидирующие позиции по распространенности и географическому охвату [5; 8]. Однако современный взгляд на проблему предполагает, что в формировании зобной эндемии, помимо абсолютного дефицита йода как ведущего этиологического фактора, существует комплекс сопутствующих условий. Существенный «вклад» вносят биохимические, экологические (в частности, дисмикроэлементоз), социально-экономические и этнические факторы [9; 10]. Актуальность учета геохимических особенностей территорий в последние годы подчеркивается в ряде международных и российских работ [11; 12]. Ранее установлено, что частота ЭЗ в общей популяции РД в среднем составляла: на равнине – 45,0%, в предгорьях – 53,0%, в горах – 53,2% [7; 13]. Вместе с тем представляется крайне важным детализировать эти данные для отдельных, наиболее уязвимых групп населения.

Целью настоящего исследования явилась оценка распространённости ЭЗ в популяции мальчиков пубертатного возраста 11-13 лет в зависимости от степени хронического йододефицита и содержания микроэлементов в среде в различных ЭГЗ Республики Дагестан за продолжительный период наблюдения (2002-2013 гг.).

Материалы и методы исследования

С целью определения степени тяжести ЙДФ в Республике Дагестан за период с 2002 по 2013 год было всего обследовано 18 720 подростков обоих полов [14]. Для детального изучения распространённости ЭЗ в ЭГЗ РД из этой когорты была сформирована выборка, включавшая 3457 мальчиков 11-13 лет. Из них в равнинной ЭГЗ (11 районов) обследовано 978 мальчиков; в горной ЭГЗ – 1873; в предгорной – 606 человек. Ретроспективный анализ йододефицита и эндемического зоба в популяции мальчиков был одобрен локальным этическим комитетом (протокол № 1 от 19.04.2024) ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Республика Дагестан.

Одним из ключевых методов являлась оценка йодного статуса по ренальной экскреции йода. Принцип метода, основанный на каталитическом действии иодида (метод Кольгофора - Сэнделла), широко применяется в эпидемиологических исследованиях [15]. Критерии степени тяжести ЙДФ устанавливались в строгом соответствии с рекомендациями ВОЗ [16]: экскреция <20 мкг/л расценивалась как тяжелый йодный дефицит; 20,0-49,0 мкг/л – дефицит средней степени; 50,0-99,0 мкг/л – легкий дефицит; ≥100 мкг/л – адекватное обеспечение.

Оценку объема щитовидной железы (ЩЖ) проводили пальпаторно (по классификации ВОЗ, 1999 г.) и с помощью ультразвукового исследования на портативном аппарате ALOKA-HITACHI. Объем ЩЖ рассчитывали по стандартной формуле: $V_{\text{щж}} = (\text{Шпр} \times \text{Дпр} \times \text{Tпр}) + (\text{Шл} \times \text{Дл} \times \text{Tл}) \times 0,479$, где Ш, Д, Т – ширина, длина и толщина правой (пр) и левой (л) долей соответственно [17]. Критерии зоба также соответствовали нормативам ВОЗ [16].

Спектрометрический анализ содержания ключевых микроэлементов (цинк – Zn, медь – Cu, марганец – Mn, кобальт – Co) в пробах почвы и воды из исследуемых ЭГЗ выполнялся на атомно-абсорбционном спектрометре Hitachi (70-70) в лаборатории биогеохимических ресурсов Дагестанского научного центра РАН [13, с. 58-89].

Статистическую обработку данных проводили с использованием параметрических и непараметрических методов. Рассчитывали средние значения (M) и стандартные ошибки (m). Для сравнения групп применяли t-критерий Стьюдента. Оценку силы корреляционных связей между изучаемыми признаками проводили с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Интерпретация коэффициента корреляции (R) проводилась следующим образом: <0,3 – слабая связь, 0,3-0,7 – связь средней силы, >0,7 – сильная связь. Статистическая

обработка осуществлялась с использованием пакета программ MS Visual Fox Pro 9.0 и среды R Studio (2024.12.0. build 467) [18].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты многолетнего мониторинга эпидемиологического анализа хронического ЙДФ в Республике Дагестан представлены на рисунке 1. На равнинной ЭГЗ 27,0% территорий относились к зоне тяжелого ЙДФ, остальные районы – к зонам умеренного или легкого дефицита. Распространенность ЭЗ среди мальчиков здесь колебалась от 26,6% (2002 г.) до 16,5% (2013 г.), демонстрируя положительную динамику, вероятно, связанную с проводимыми профилактическими мероприятиями (рис. 2). При этом общая распространенность ЭЗ в популяции в 2013 году оставалась более высокой – 31,3%.

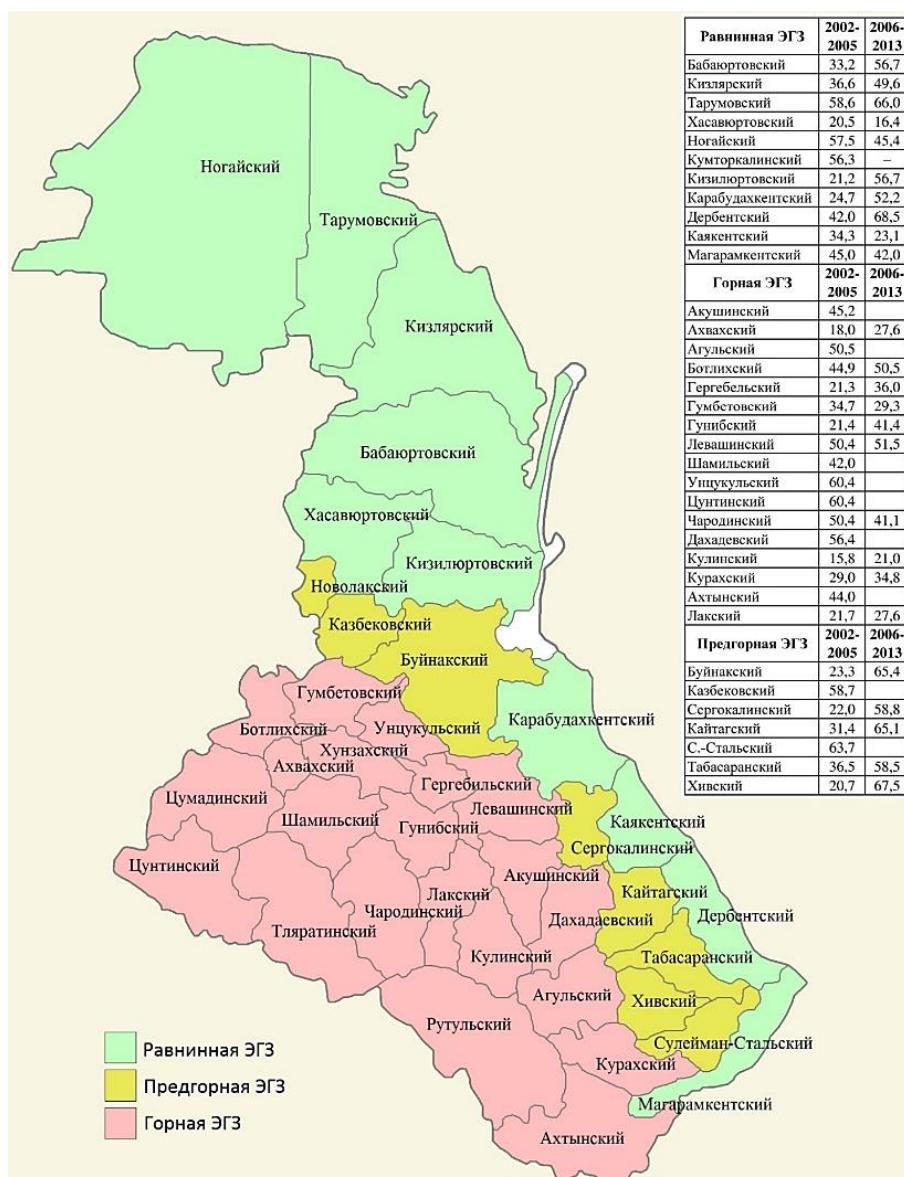


Рис. 1. Показатели медианы йодурии (мкг/л) у мальчиков по районам эколого-географических зон Республики Дагестан за 2002-2005 и 2006-2013 гг.

Составлено авторами по результатам многолетних исследований.

В горной ЭГЗ, где 29,0% территорий были отнесены к зоне тяжелого ЙДФ (рис. 1), частота ЭЗ среди мальчиков 11-13 лет была максимальной: 47,3% в 2002 г. и 28,5% в 2013 г. (рис. 3). В общей популяции этот показатель в 2012 году достигал 52,0%.

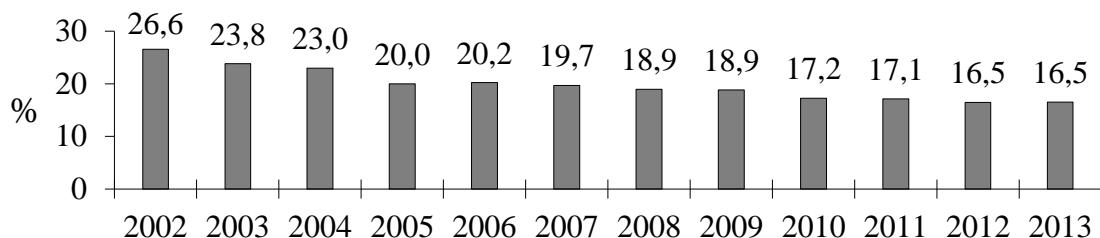


Рис. 2. Динамика частоты зоба (%) у мальчиков-подростков в равнинных районах Республики Дагестан за 12 лет

Составлено авторами по результатам исследований.

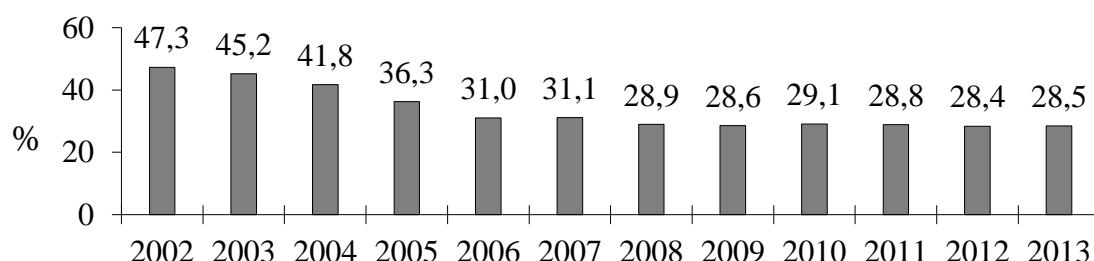


Рис. 3. Динамика частоты зоба (%) у мальчиков-подростков в горных районах Республики Дагестан за 12 лет

Составлено авторами по результатам исследований.

Наиболее интересная картина наблюдалась в предгорной ЭГЗ. Здесь 43,0% территорий характеризовались тяжелым ЙДФ (рис. 1), однако преобладание ЭЗ среди мальчиков в 2002 г. составила 31,6%, что было существенно ниже, чем в горной зоне, и сопоставимо с равнинной. В общей популяции этот показатель был равен 43,0% (рис. 4).

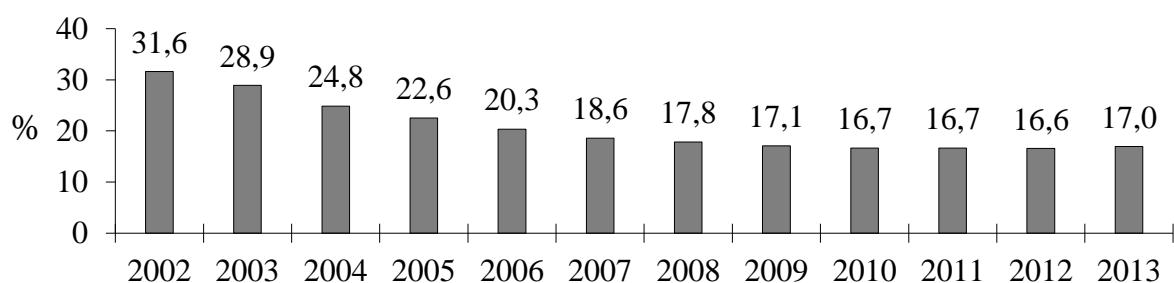


Рис. 4. Динамика частоты зоба (%) у мальчиков-подростков в предгорных районах Республики Дагестан за 12 лет

Составлено авторами по результатам исследований.

Ключевым результатом нашего исследования явилось отсутствие тесной корреляционной связи между степенью выраженности ЙДФ (по медиане йодурии) и частотой выявляемости ЭЗ, особенно в предгорной ЭГЗ ($R=0,2$; $p>0,05$). Этот факт согласуется с современными представлениями о многофакторной природе зобной эндемии, когда один только дефицит йода не может полностью объяснить географические различия в распространенности заболевания [10; 19].

В связи с этим была проведена детальная оценка содержания микроэлементов в окружающей среде. На равнинной ЭГЗ содержание цинка в почве и воде (94,0 мкг/кг) было достоверно выше, чем в предгорной (69,5 мкг/кг). При этом содержание подвижных форм меди (Cu) и кобальта (Co) было ниже кларка по Виноградову, а марганца (Mn) – превышало нормативные показатели. Статистический анализ выявил сильные и статистически значимые корреляции: положительную – между частотой ЭЗ и содержанием марганца ($R= +0,77$; $p<0,05$), и отрицательные – между частотой ЭЗ и содержанием цинка ($R= -0,797$; $p<0,05$), меди ($R= -0,773$; $p<0,05$) и кобальта ($R= -0,786$; $p<0,05$).

Полученные данные о роли дисмикроэлементоза находят подтверждение в работах последних лет. Так, в исследовании, проведенном в высокогорных районах Гималаев, также была отмечена связь между геохимическим составом среды и риском тиреоидной патологии [12]. Другой работой показано, что цинк и селен являются важными кофакторами тиреоидных гормонов, а их дефицит может усугублять последствия йодной недостаточности [20]. Выявленная нами обратная корреляция с цинком и медью, имеющими антиоксидантные свойства и участвующими в синтезе тиреоидных гормонов, вполне объяснима. В то же время прооксидантный эффект избытка марганца может потенцировать повреждение тиреоцитов на фоне йодного дефицита [9; 13]. Таким образом, наш анализ подтверждает, что в условиях Дагестана дисмикроэлементоз выступает значимым и независимым фактором риска в генезе эндемического зоба.

Заключение

Проведенное популяционно-эпидемиологическое исследование, охватившее значительную когорту мальчиков пубертатного возраста за 12-летний период, позволило получить репрезентативные данные о характере зобной эндемии в различных эколого-географических зонах Республики Дагестан. Установлено, что распространенность эндемического зоба в данной гендерной и возрастной группе систематически ниже, чем в общей популяции школьников, что указывает на необходимость учета половозрастных особенностей при планировании профилактических мероприятий. Наиболее значимым

результатом работы является демонстрация отсутствия строгой параллели между степенью йодного дефицита и частотой зоба, особенно в предгорной зоне. Это убедительно доказывает, что традиционная модель, рассматривающая йододефицит как единственную причину эндемии, в условиях сложного геохимического ландшафта Дагестана является недостаточной. Выявленные сильные статистические связи между частотой патологии и дисбалансом микроэлементов (прямая – с марганцем, обратные – с цинком, медью и кобальтом) указывают на существенный и независимый вклад дисмикроэлементоза в формирование зобной эндемии. Таким образом, полученные выводы имеют важное практическое значение: они обуславливают обязательный учет региональных геохимических особенностей (превышения или дефицита ключевых микроэлементов) при разработке и реализации целевых программ профилактики эндемического зоба в Дагестане и других регионах со сложной экологической зональностью. Лишь комплексный подход, направленный не только на коррекцию дефицита йода, но и на оптимизацию микроэлементного статуса населения, может обеспечить максимальную эффективность и устойчивость результатов.

Выводы

1. Распространенность эндемического зоба в популяции мальчиков пубертатного возраста (11-13 лет) в йододефицитных эколого-географических зонах Республики Дагестан стабильно на 4,4-11,3% ниже, чем в общей популяции школьников, что подтверждает необходимость дифференцированного подхода к оценке эпидемиологической ситуации.
2. Статистический анализ не выявил тесной корреляционной связи между частотой эндемического зоба и степенью тяжести йододефицита, что особенно ярко проявилось в предгорной зоне и свидетельствует о ведущей роли иных, нейодных факторов в генезе заболевания в данном регионе.
3. Установлена значимая роль экологических факторов дисмикроэлементоза в формировании зобной эндемии. Выявлены статистически значимые сильные корреляции: прямая – между распространенностю зоба и содержанием марганца в окружающей среде, и обратные – с содержанием цинка, меди и кобальта.

Список литературы

1. Трошина Е.А., Платонова Н.М., Панфилова Е.А. Аналитический обзор результатов мониторинга основных эпидемиологических характеристик йододефицитных заболеваний у населения Российской Федерации за период 2009–2018 гг. // Проблемы эндокринологии. 2021. Т. 67. № 2. С. 21–37. URL: <https://www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/12433>. DOI: 10.14341/probl12433.

2. Дедов И.И., Платонова Н.М., Трошина Е.А., Маколина Н.П., Беловалова И.М., Сенюшкина Е.С., Мельниченко Г.А. Профилактика йододефицитных заболеваний: в фокусе региональные целевые программы // Проблемы эндокринологии. 2022. Т. 68. № 3. С. 16–20. URL: <https://www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/13119>. DOI: 10.14341/probl13119.
3. Платонова Н.М. Йододефицитные заболевания: современные подходы к диагностике, лечению и профилактике // Медицинский форум. Эффективная фармакотерапия. 2024. Т. 20. № 44. С. 38-40. URL: <https://umedp.ru/upload/iblock/bd3/Platonova.pdf>.
4. Агаева Л.З.К., Аммосова А.М., Степанова Л.А. Йододефицитные состояния и пути профилактики в Российской Федерации и Республике Саха (Якутия) // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки. 2022. № 2 (27). С. 26–38. URL: <https://www.smnsvfu.ru/jour/article/download/166/162>.
5. Суплотова Л.А., Макарова О.Б., Трошина Е.А. Неонатальный тиреотропный гормон – индикатор мониторинга тяжести йодного дефицита. Что считать «точкой отсечения»? // Проблемы эндокринологии. 2022. Т. 68. № 6. С. 12–21. URL: <https://www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/12892>. DOI: 10.14341/probl12892.
6. Бутаев А.М. Эндемический зоб и дефицит йода в Дагестане // Вестник ДНЦ РАН. 2008. № 8. С. 39–47. URL: https://caspiy.net/files/endemicheskiy_zob_i_deficit_yoda_v_dagestane.pdf.
7. Камалов К.Г., Моллаева Н.Р., Алиметова К.А. Йодный дефицит в Республике Дагестан: монография. Махачкала: Изд-во ДГМУ, 2023. 172 с. ISBN: 978-5-00212-366-7. URL: <https://istina.pskgu.ru/publications/book/625896298/>.
8. Zimmermann M.B., Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders // The Lancet Diabetes & Endocrinology. 2015. Vol. 3. № 4. P. 286–295. URL: https://www.unipotsdam.de/fileadmin/projects/international-nutrition/images/Workshop_2015_Thailand/Iodine_deficiency_and_Thyroid_disorder.pdf. DOI: 10.1016/S2213-8587(14)70225-6.
9. Караева А.Ф., Камалов К.Г., Овсянникова М.А., Малаев Х.М., Киричук А.А., Салихов Ш.К., Яхияев М.А. Геохимическая экология заболеваний равнинного Дагестана: монография. М.: РУДН, 2023. 184 с. ISBN: 978-5-209-12066-7. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54118738>.
10. Кияев А.М. Заболевания щитовидной железы у детей и подростков в йододефицитном регионе (эпидемиология, дифференциальная диагностика, терапевтическая тактика): автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2008. 43 с. URL: <https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/dissertation/kiyaevav.pdf>.
11. Трошина Е.А. Устранение дефицита йода - забота о здоровье нации. Экскурс в историю, научные аспекты и современное состояние правового регулирования проблемы в России //

- Проблемы эндокринологии. 2022. Т. 68. № 4. С. 4–12. URL: <https://www.problendojournals.ru/jour/article/view/13154>. DOI: 10.14341/probl13154.
12. Ahmed A., Kheraj, Mohammadi A., Bergquist R. Exploring the determinants of thyroid disorders in high-altitude western Himalaya: a geospatial and epidemiological study // Journal of Health, Population and Nutrition. 2025. Vol. 44. P. 236. URL: <https://jhpn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41043-025-00844-z>. DOI: 10.1186/s41043-025-00844-z.
13. Караева А.Ф., Овчинникова М.А., Минатулаева А.Т., Азбалаева М.С., Салихов Ш.К., Яхияев М.А. Геохимические предпосылки формирования эндемического зоба у населения Республики Дагестан. Эндокринная хирургия. 2023. № 17 (3). С. 22. URL: <https://www.surgendojournals.ru/jour/article/view/12831>. DOI: 10.14341/serg12831.
14. Алиметова К.А. Клинико-эпидемиологическая характеристика и профилактика эндемического зоба и йододефицитных состояний в Республике Дагестан: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2016. 23 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008712523>.
15. WHO, UNICEF, ICCID. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2007. 98 p. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43781>.
16. WHO. Urinary iodine concentrations for determining iodine status in populations. Geneva: World Health Organization, 2013. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-NHD-EPG-13.1>.
17. Велданова М.В., Аметов А.С. Эндемический зоб – простое следствие сложных причин (взгляд эндокринолога, эколога и маркетолога) // Избранные лекции по эндокринологии: учебное пособие / под ред. А.С. Аметова. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Медицинское информационное агентство, 2016. С. 213–232. ISBN: 978-5-9986-0256-9. URL: <https://book.bsmi.uz/web/kitoblar/152370384.pdf>.
18. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2025. 3948 p. URL: <https://cran.r-project.org/doc/manuals/fullrefman.pdf>.
19. Farebrother J., Zimmermann M.B., Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function // Annals of the New York Academy of Sciences. 2019. Vol. 1446. № 1. P. 44–65. URL: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nyas.14041>. DOI: 10.1111/nyas.14041.
20. Wang Y., Dong X., Fu C., Su M., Jiang F., Xu D., Li R., Huang P., Wang N., Chen Y., Jiang Q. Associations Between Thyroid Volume and Physical Growth in Pubertal Girls: Thyroid Volume Indexes Need to Be Applied to Thyroid Volume Assessments // Frontiers in Endocrinology. 2021.

Vol. 12. P. 662543. URL:
<https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2021.662543/full>. DOI:
10.3389/fendo.2021.662543.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.