

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco685713>

EDN: FGOEYA



Гигиеническая оценка бутилированной воды для детского питания как источника эссенциальных минеральных элементов

В.В. Шилов^{1,2}, О.Л. Маркова¹, Д.С. Исаев¹, М.Н. Кирьянова¹, А.А. Ковшов^{1,2}¹ Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Санкт-Петербург, Россия;² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Для поддержания и укрепления здоровья с ранних лет необходимо обеспечить поступление в организм человека биологически активных веществ, таких как витамины и минералы. Питьевая вода является важным источником минеральных веществ, особенно в условиях их дефицита в рационе питания. Одним из предложенных способов его восполнения является использование упакованной питьевой воды. Для оценки её вклада в обеспечение детского организма микроэлементами необходимо провести расчёт поступления каждого из них с упакованной питьевой водой.

Цель исследования. Проведение гигиенической оценки упакованной питьевой воды для детского питания по показателям химической безопасности и расчёт её вклада в обеспечение организма человека эссенциальными и условно-эссенциальными элементами.

Методы. Проведено одномоментное санитарно-гигиеническое исследование упакованной питьевой воды. В качестве объектов исследования выбраны образцы упакованной воды семи наиболее популярных торговых марок отечественных производителей, пять из которых предназначены для детей с первых дней жизни до трёх лет и две — для детей старше трёх лет. Исследования бутилированной воды проводили на базе испытательного лабораторного центра ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», в каждой пробе определяли pH и концентрации 17 химических показателей. Выполнены расчёты суточного поступления макро- и микроэлементов с питьевой водой. Оценивали результаты на соответствие техническому регламенту Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая минеральную воду» (ТР ЕАЭС 044/2017) и методическим рекомендациям по нормам физиологических потребностей.

Результаты. В результате проведённых исследований установлено, что содержания минеральных элементов во всех образцах не превышают нормативных значений, установленных ТР ЕАЭС 044/2017. Результаты расчёта свидетельствуют о преимущественно низком уровне обеспечения физиологической потребности исследованными минеральными веществами. Для отдельных показателей, таких как фториды, селен, йод, кальций и магний, получены значения, которые стоит принимать во внимание при оценке поступления минеральных веществ.

Заключение. Таким образом, полученные данные обосновывают целесообразность учёта упакованной питьевой воды при оценке обеспеченности организма отдельными эссенциальными и условно-эссенциальными элементами.

Ключевые слова: упакованная питьевая вода; бутилированная вода; детское питание; химическая безопасность; минеральные вещества; эссенциальные элементы; суточное поступление.

Как цитировать:

Шилов В.В., Маркова О.Л., Исаев Д.С., Кирьянова М.Н., Ковшов А.А. Гигиеническая оценка бутилированной воды для детского питания как источника эссенциальных минеральных элементов // Экология человека. 2025. Т. 32, № 8. С. 559–569. DOI: 10.17816/humeco685713 EDN: FGOEYA

Hygienic Assessment of Bottled Water for Infant Nutrition as a Source of Essential Mineral Elements

Viktor V. Shilov^{1,2}, Olga L. Markova¹, Daniil S. Isaev¹, Marina N. Kir'yanova¹, Aleksandr A. Kovshov^{1,2}

¹ Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russia;

² North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: To maintain and promote health from an early age, it is necessary to ensure an adequate intake of biologically active substances such as vitamins and minerals. Drinking water is an important source of minerals, especially under conditions of dietary deficiency. One proposed way of compensating for this deficiency is the use of packaged drinking water. To assess its contribution to the supply of trace elements in children, the intake of each element with packaged drinking water should be calculated.

AIM: The work aimed to perform a hygienic assessment of packaged drinking water for infant nutrition in terms of chemical safety indicators and to calculate its contribution to the supply of essential and conditionally essential elements to the human body.

METHODS: It was a cross-sectional sanitary-hygienic study of packaged drinking water. The study objects included samples of packaged water from seven of the most popular Russian brands, five of which were intended for children from birth to three years of age and two for children over three years. The analysis of bottled water was conducted at the Testing Laboratory Center of the North-West Public Health Research Center, where pH and concentrations of 17 chemical indicators were determined in each sample. Calculations were performed for daily intake of macro- and microelements with drinking water. The results were evaluated for compliance with the Technical Regulations of the Eurasian Economic Union, On the Safety of Packaged Drinking Water, Including Natural Mineral Water (TR EAEU 044/2017), and with methodological guidelines on physiological requirements.

RESULTS: The study established that the content of mineral elements in all samples did not exceed the normative values set by TR EAEU 044/2017. The calculated results indicated a predominantly low level of contribution to meeting physiological requirements for the analyzed mineral substances. For certain parameters, such as fluorides, selenium, iodine, calcium, and magnesium, the values obtained should be taken into account when assessing mineral intake.

CONCLUSION: Thus, the data obtained substantiate the rationale of taking packaged drinking water into account when assessing the supply of the body with certain essential and conditionally essential elements.

Keywords: packaged drinking water; bottled water; infant nutrition; chemical safety; mineral substances; essential elements; daily intake.

To cite this article:

Shilov VV, Markova OL, Isaev DS, Kir'yanova MN, Kovshov AA. Hygienic Assessment of Bottled Water for Infant Nutrition as a Source of Essential Mineral Elements. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(8):559–569. DOI: 10.17816/humeco685713 EDN: FGOEYA

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco685713>

EDN: FGOEYA

用于儿童营养的包装饮用水作为必需矿物元素来源的卫生学评价

Viktor V. Shilov^{1,2}, Olga L. Markova¹, Daniil S. Isaev¹, Marina N. Kir'yanova¹, Aleksandr A. Kovshov^{1,2}

¹ Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russia;

² North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

摘要

论证: 自幼年起保证机体摄入生物活性物质, 如维生素和矿物质, 对于维护和促进健康至关重要。饮用水是矿物质的重要来源, 尤其在膳食摄入不足的情况下意义更大。补充矿物质的一种途径是使用包装饮用水。为评估其对儿童机体微量元素供给的贡献, 有必要计算各元素通过包装饮用水的摄入量。

目的: 依据化学安全性指标, 对用于儿童营养的包装饮用水进行卫生学评价, 并计算其在机体必需和条件必需元素供给中的贡献。

方法: 对包装饮用水进行了横断面卫生学研究。研究对象为七种俄罗斯最受欢迎的包装饮用水品牌, 其中五种适用于新生儿至三岁儿童, 两种适用于三岁以上儿童。对瓶装饮用水的研究在North-West Public Health Research Center的检测实验室进行, 在每个样品中测定pH值及17项化学指标的浓度。对饮用水中宏量与微量元素的日摄入量进行了计算。结果与欧亚经济联盟技术法规《包装饮用水(包括矿泉水)的安全性》(TR EAEU 044/2017)及生理需求标准指南进行比对。

结果: 研究结果表明, 所有样品中矿物质含量均未超过TR EAEU 044/2017的规范限值。计算结果显示, 经研究的矿物质对生理需求的满足水平以较低水平为主。对于氟化物、硒、碘、钙和镁等部分指标, 所得数值在评估矿物质摄入时应予以考虑。

结论: 研究结果证明, 在评估机体必需及条件必需元素的供给水平时, 将包装饮用水纳入考量是合理且必要的。

关键词: 包装饮用水; 瓶装水; 儿童营养; 化学安全性; 矿物质; 必需元素; 日摄入量计算。

引用本文:

Shilov VV, Markova OL, Isaev DS, Kir'yanova MN, Kovshov AA. 用于儿童营养的包装饮用水作为必需矿物元素来源的卫生学评价. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(8):559–569. DOI: 10.17816/humeco685713 EDN: FGOEYA

收到: 25.06.2025

接受: 29.08.2025

发布日期: 03.09.2025

ОБОСНОВАНИЕ

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»¹ первой национальной целью является: «...сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи». Питьевая вода — самый значимый по среднесуточной массе потребления продукт питания, качество и безопасность которого в значительной мере определяет здоровье человека [1, 2].

На формирование здоровья взрослого человека влияют условия его развития с раннего возраста. Именно поэтому ребёнок должен получать с питанием все биологически значимые минеральные элементы в соответствующем его возрасту количестве [2–8].

Несмотря на то что основным источником минеральных веществ в рационе являются пищевые продукты, питьевая вода также может вносить значимый вклад в структуру их общего поступления в организм человека [9–11]. По данным литературы, значимость питьевой воды как источника минеральных веществ становится особенно актуальной, когда в рационе питания наблюдают их дефицит [12, 13].

Для удовлетворения физиологических потребностей населения питьевая вода должна поступать в достаточном количестве, быть благоприятной, безопасной и безвредной². В методических документах Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека³ роль водного фактора учитывают только со стороны объёма выпитой воды в сутки, оставляя без внимания её минеральный состав [14]. Величину вклада питьевой воды в поступление минеральных веществ не оценивают вследствие недостатка необходимой информации.

В различных исследованиях авторы предлагают решить поставленную проблему при помощи упакованной (бутилированной) питьевой воды, которую население воспринимает как более «чистую», качественную и полноценную [15–17] в сравнении с питьевой водой централизованного водоснабжения [18]. Одним

из преимуществ упакованной питьевой воды является то, что потребитель самостоятельно может выбрать продукт, ориентируясь на сведения об её основном составе, представленные на маркировке, в отличие от питьевой воды централизованного водоснабжения, которая имеет сравнительно постоянный состав, характерный для региона [19].

В международных документах, в частности в «Руководстве по обеспечению качества питьевой воды» [20] и монографии «Питательные вещества в питьевой воде» Всемирной организации здравоохранения [21], приведены различные значения вклада питьевой воды в общее суточное потребление минеральных веществ: <5–20%. Кроме того, важным аспектом при употреблении питьевой воды, как отмечают эксперты международных организаций, является более высокая биодоступность водорастворимых форм эссенциальных элементов по сравнению с пищей, что может внести существенный вклад в суточный рацион питания детей [22, 23].

В отечественном техническом регулировании выделяют две категории упакованной питьевой воды:

- для детей от 0 до 3-х лет;
- для детей старше 3-х лет.

Применяют такую воду для непосредственного употребления, а также для разведения молочных смесей при кормлении детей раннего возраста⁴.

В соответствии с методическими рекомендациями³ одним из принципов здорового питания является соответствие химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макронутриентах (белки и аминокислоты, жиры и жирные кислоты, углеводы) и микронутриентах (витамины, минеральные вещества и микроэлементы, биологически активные вещества). Представленные в рекомендациях сведения позволяют оценить суточные пищевые рационы взрослого и детского населения, учитывая современные знания о физиологической роли эссенциальных микро- и макроэлементов.

Для оценки роли питьевой воды в обеспечении организма человека эссенциальными и условно-эссенциальными элементами необходимо рассчитать поступление каждого из них с водой.

Цель

Проведение гигиенической оценки упакованной питьевой воды для детского питания по показателям химической безопасности и расчёт её вклада в обеспечение организма человека эссенциальными и условно-эссенциальными элементами.

¹ Указ Президента Российской Федерации № 309 от 07 мая 2024 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> Дата обращения: 08.12.2024.

² Федеральный закон № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями и дополнениями). Режим доступа: <https://base.garant.ru/12115118/> Дата обращения: 08.12.2024.

³ Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/> Дата обращения: 08.12.2024.

⁴ Решение № 45 от 23 июня 2017 г. О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду». Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293743/4293743988.pdf> Дата обращения: 08.12.2024.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено одномоментное санитарно-гигиеническое исследование упакованной питьевой воды.

Условия проведения исследования

Санитарно-гигиенические исследования упакованной питьевой воды проводили в испытательном лабораторном центре Федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» в 2024 году с использованием методов капиллярного электрофореза, спектрофотометрического метода и метода атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. Торговые марки выбирали на ранней стадии исследования, основываясь на их популярности в общероссийских рейтингах. Методом случайной выборки приобрели 86 образцов воды в пластиковых бутылках различного объема (0,33; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 л).

Критерии соответствия

Критерии включения

Бутилированная питьевая вода для детского питания популярных торговых марок в соответствии с общероссийскими рейтингами.

Целевые показатели исследования

Основной показатель исследования

Показатели химической безопасности упакованной питьевой воды для детского питания с учётом её вклада в обеспечение организма человека эссенциальными и условно-эссенциальными элементами.

Методы измерения целевых показателей

Всего оценивали содержание 18 показателей химической безопасности, приведённых в техническом регламенте по упакованной питьевой воде, включая 15 эссенциальных макро- и микроэлементов, указанных в методических рекомендациях по нормам физиологических потребностей^{3,5}:

- показатели солевого и газового состава — йодид-ионы, кальций (Ca) и магний (Mg), нитрат-ионы, сульфат-ионы, фосфат-ионы (в форме растворённых ортофосфатов), фторид-ионы, хлорид-ион;

- металлы — железо (Fe), марганец (Mn), медь (Cu), молибден (Mo), натрий (Na), селен (Se), хром общий (Cr) и цинк (Zn);
- дополнительный показатель физиологической полноценности — калий (K);
- органолептический показатель — pH.

Оценку безвредности упакованной питьевой воды проводили в соответствии с требованиями к обработанной питьевой воде, питьевой воде для детского питания, искусственно минерализованной природной воде и купажированной питьевой воде, изготовленной с использованием природной питьевой воды, указанными в техническом регламенте Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС 044/2017)⁴.

Для оценки вклада в обеспечение потребности организма в минеральных веществах мы рассчитали суточное поступление эссенциальных и условно-эссенциальных элементов с упакованной питьевой водой с учётом норм физиологической потребности для двух групп детей: 1–2 года и 7–10 лет согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21³.

Для расчёта поступления полученные концентрации умножали на количество потребляемой воды [для 1–2 лет — 0,6–0,7 л; для 7–10 лет — 1,2–1,3 л (мальчики) и 1,1–1,2 л (девочки)] и делили на значение нормы физиологической потребности для соответствующей группы.

Статистические процедуры

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программных продуктов Microsoft Office Excel® 2010 [Microsoft, Соединённые Штаты Америки (США)] и IBM SPSS Statistics® v.22 (IBM Corp., США). Результаты представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me — медиана, а Q1 и Q3 — 1-й и 3-й квартиль соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика объектов исследования

По результатам анализа рынка упакованной питьевой воды для детского питания из более чем 40 торговых марок, выпускаемых 27 отечественными производителями, в качестве объектов санитарно-гигиенического исследования выбраны семь наиболее популярных торговых марок. В маркировке пяти из которых указано предназначение для детей от 0 до 3-х лет (№ 1–5) и двух — для детей старше 3-х лет (№ 6–7). Товарным маркам присвоены условные номера.

Основные результаты исследования

Всего получено 1330 результатов исследования образцов упакованной питьевой воды для детского питания.

Результаты лабораторных исследований содержания эссенциальных и условно-эссенциальных элементов упакованной воды для детей представлены в табл. 1.

⁵ Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625907/ 11.12.2024. Бюл. № 12. Маркова О.Л., Бузинов Р.В., Зарицкая Е.В., и др. Результаты лабораторных исследований содержания минеральных микронутриентов в пробах упакованной воды для детского питания. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_76384471_73122994.PDF Дата обращения: 08.12.2024.

Таблица 1. Содержание минеральных веществ в упакованной питьевой воде для детского питания**Table 1.** Mineral content of packaged drinking water for infant nutrition

Показатель	Торговая марка воды						
	№ 1, n=8(13)	№ 2, n=11(13)	№ 3, n=9	№ 4, n=13	№ 5, n=13	№ 6, n=8(9)	№ 7, n=9
Кальций, мг/л	31,1 [26,1; 36,7] ¹	37,0 [31,9; 38,6] ¹	49,8 [43,8; 50,9]	38,3 [37,7; 47,6]	42,4 [38,5; 43,8]	77,6 [62,7; 85,1]	30,5 [26,0; 32,]
Магний, мг/л	9,6 [8,1; 11,0]	14,4 [12,5; 15,8]	11,1 [10,5; 11,4]	16,2 [15,6; 20,7]	11,9 [10,9; 12,5]	20,4 [19,9; 20,8]	9,7 [7,9; 10,2]
Натрий, мг/л	5,7 [4,9; 6,4]	11,0 [10,4; 11,7]	4,4 [4,1; 4,5]	3,4 [3,3; 4,1]	5,2 [4,7; 5,6]	7,3 [7,2; 7,4]	5,1 [4,6; 5,9]
Калий, мг/л	<0,5	10,1 [8,7; 10,9]	1,1 [0,3; 1,1]	2,9 [2,7; 3,4]	2,8 [2,6; 3,1]	2,0 [1,9; 2,0]	<0,5
Цинк, мг/л	0,0005 [0,0005; 0,0005] ¹						
Медь, мг/л	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Железо, мг/л	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,062 [0,043; 0,068]	<0,04
Марганец, мг/л	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Хром, мг/л	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Молибден, мг/л	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Хлориды, мг/л	25,7 [24,8; 25,8]	81,8 [79,6; 84,5]	7,8 [7,2; 7,8]	0,63 [0,59; 0,77]	9,4 [9,2; 10,2]	12,2 [11,8; 12,3]	25,7 [24,5; 27,4]
Сульфаты, мг/л	13,4 [12,8; 13,5]	64,1 [62,7; 65,7]	29,2 [26,1; 29,7]	8,0 [7,4; 8,6]	21,1 [20,7; 22,2]	44,3 [44,0; 45,0]	13,2 [13,1; 14,5]
Нитраты, мг/л	0,29 [0,27; 0,34]	2,5 [2,4; 2,5]	2,2 [2,0; 2,2]	0,6 [0,6; 0,7]	0,7 [0,6; 0,7]	3,3 [3,2; 3,4]	0,3 [0,3; 0,4]
Фториды, мг/л	<0,1	<0,1	0,2 [0,2; 0,2]	0,3 [0,3; 0,4]	0,14 [0,13; 0,14]	0,28 [0,27; 0,29]	<0,1
Фосфаты, мг/л	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Йодиды, мг/л	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,032 [0,024; 0,032]	0,02 [0,01; 0,02]	<0,02
Селен, мг/л	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0024 [0,0024; 0,0028]	<0,002
pH	7,1 [7,09; 7,10]	7,05 [7,02; 7,07]	7,57 [7,57; 7,59]	8,03 [8,02; 8,05]	7,47 [7,45; 7,48]	7,78 [7,78; 7,80]	7,91 [7,80; 8,00]

Примечание. Результаты представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me — медиана, а Q1 и Q3 — 1-й и 3-й квартиль соответственно. ¹ — соответствует 1/2 нижнего предела количественного определения; в круглых скобках указано количество образцов для цинка, меди, железа и марганца.

Согласно полученным результатам, pH во всех исследованных образцах находится в диапазоне 7,10–8,03 и не выходят за рамки нормативных значений (pH 6–9). Содержание кальция и магния во всех исследованных образцах воды не превышает требований ТР ЕАЭС 044/2017⁴. В пробах воды для детей до трёх лет концентрации кальция варьируют от 31,1 до 49,8 мг/л (норматив — 60 мг/л), магния — от 9,6 до 16,2 мг/л (норматив — 30 мг/л).

Во всех образцах воды, на маркировке которых указано предназначение для детей старше трёх лет, концентрации кальция и магния находятся в пределах нормируемого диапазона, максимальное содержание обнаружено в пробах воды торговой марки № 6 — в 1,5–2 раза выше, чем в других образцах.

Концентрации катионов — железа (кроме торговой марки № 6), меди, марганца, молибдена, хрома, селена (кроме торговой марки № 6) — меньше нижнего предела количественного определения (НПКО). В свою очередь, концентрации цинка соответствовали НПКО (0,0005 мг/л). Полученные концентрации меди, цинка и железа практически совпадают

с физико-химическим составом дистиллированной воды. Исключением является детская вода торговой марки № 6 с содержанием железа 0,062 мг/л [0,043; 0,068], селена — 0,0024 мг/л [0,0024; 0,0028].

В образцах воды определяли концентрации анионов: нитратов, сульфатов, фосфатов, фторидов, хлоридов и йодидов. По показателям химической безопасности содержание нитратов, сульфатов и хлоридов преимущественно не достигает 1/2 значения установленного норматива, содержание фторидов — <0,1 до 0,28 мг/л (норматив — 1,2 мг/л), концентрации фосфатов фиксируют меньше НПКО — <0,25 мг/л. Исключение составляют образцы воды торговой марки № 6, в которой содержание нитратов составляет 3,3 мг/л (норматив — 5 мг/л). Концентрации йодид-ионов в двух образцах упакованной питьевой воды торговых марок № 5 и 6 находились в диапазоне 0,02–0,03 мг/л, что не выходит за рамки нормативных значений для двух возрастных групп (норматив — 0,06 и 0,125 мг/л соответственно).

Таким образом, проведённая оценка качества воды показала отсутствие нарушений нормативов

Таблица 2. Оценка доли физиологической потребности в минеральных веществах, покрываемой упакованной питьевой водой у детей 1–2 лет**Table 2.** Assessment of the contribution of packaged drinking water to meeting the physiological requirements for minerals in children aged 1–2 years

Минеральные вещества	Доля от физиологической нормы, %					Норма физиологической потребности, мг
	Торговые марки воды					
	№1	№2	№3	№4	№5	
Кальций	2,5	3,0	4,0	3,1	3,4	800
Магний	7,8	11,7	9,0	13,2	9,7	80
Натрий	0,7	1,4	0,6	0,4	0,7	500
Калий	<0,03	0,7	0,07	0,2	0,2	1000
Железо	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	10,0
Медь	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Цинк	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	5,0
Марганец	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Молибден	<2	<2	<2	<2	<2	0,015
Хром	<6	<6	<6	<6	<6	0,011
Селен	<2	<2	<2	<2	<2	0,015
Хлориды	2,1	6,6	0,6	0,05	0,8	800
Фтор	<5	< 5	21,7	32,5	15,2	0,6
Фосфор	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	600
Йодид	<14	<14	<14	<14	23	0,09

по исследованным показателям химической безопасности, все образцы соответствовали требованиям технического регламента, предъявляемым к упакованной питьевой воде для детей от 0 до 3-х лет и старше 3-х лет.

На основании данных о содержании эссенциальных макро- и микроэлементов в исследованных образцах рассчитаны показатели обеспечения физиологической потребности в минеральных веществах за счёт детской бутилированной воды различных производителей для двух возрастных групп: 1–2 и 7–10 лет.

В табл. 2, 3 представлена доля обеспечения физиологической потребности в минеральных веществах за счёт поступления исследованных элементов с питьевой водой у детей двух возрастных групп, рассчитанная по медианным значениям концентраций, приведённых в табл. 1. При анализе полученных данных в качестве лимитирующего критерия мы использовали показатель <5–20% физиологической потребности.

Доля содержания эссенциальных металлов при сравнении с нормами физиологической потребности для детей раннего возраста (1–2 лет) составила: по кальцию — 2,5–4,0%; магнию — 7,8–13,2%. Вклад натрия и калия, участвующих в поддержании водного баланса, оценивали соответственно 0,4–1,4 и <0,03–0,7% нормы физиологической потребности детей.

Содержание железа, меди, марганца и цинка в исследованных образцах было на уровне или меньше НПКО методик, поэтому расчёт их доли в обеспечении

Таблица 3. Оценка доли физиологической потребности в минеральных веществах, покрываемой упакованной питьевой водой у детей 7–10 лет**Table 3.** Assessment of the contribution of packaged drinking water to meeting the physiological requirements for minerals in children aged 7–10 years

Минеральные вещества	Доля от физиологической нормы, %		Норма физиологической потребности, мг
	Торговые марки воды		
	№6, мальчи- ки (девочки)	№7, мальчики (де- вочки)	
Кальций	8,8 (8,1)	3,5 (3,2)	1100
Магний	10,2 (9,3)	4,9 (4,5)	250
Натрий	0,9 (0,8)	0,6 (0,6)	1000
Калий	0,1 (0,1)	<0,03 (<0,03)	2000
Железо	0,006 (0,006)	0,006 (0,006)	10
Медь	<0,2 (<0,2)	<0,2 (<0,2)	0,7
Цинк	0,6 (0,6)	<0,4 (<0,4)	12
Марганец	<0,08 (<0,08)	<0,08 (<0,08)	1,5
Молибден	<2	<2	0,03
Хром	<8 (<8)	<8 (<8)	0,015
Селен	10 (9,2)	<4 (<4)	0,03
Хлориды	0,9 (0,8)	1,9 (1,7)	1700
Фтор	25 (21,5)	<5 (<5)	1,4 (1,5)
Фосфор	<0,009 (<0,008)	<0,009 (<0,008)	800
Йодид	27 (26)	<27 (<26)	0,09

физиологической потребности определяли исходя из величин НПКО и объёма потребляемой воды: $<0,3$; $<0,1$; $<0,1$ и $<0,007\%$ соответственно.

Среди определяемых анионов наибольшие значения получены для фторид-ионов: в упакованной питьевой воде торговых марок № 3–5 их доля составила 21,7, 32,5 и 15,2% соответственно. Йодид-ион выше НПКО выявлен только в воде торговой марки № 5 — 23%. Поступление фосфора с водой оказалось незначительным ($<0,006\%$), а хлоридов — в диапазоне 0,05–6,6%.

Анализ образцов воды, предназначенной для детей до трёх лет, показал крайне низкое поступление таких эссенциальных элементов, как железо, медь, марганец, калий, натрий, а также фосфор. Доля кальция и магния ограничена и не превышает в среднем 3 и 10% соответственно, а хлоридов — 2%. Наибольшие колебания зафиксированы по фтору: от минимальных значений до 32,5%.

Результаты исследования питьевой воды для детей старше трёх лет продемонстрировали аналогичную тенденцию. Так, поступление кальция и магния варьирует в диапазоне от 3,2 до 8,8% и от 4,5 до 10,2% соответственно в зависимости от торговой марки образца. Кроме того, отмечено минимальное поступление с водой таких нутриентов, как цинк, медь, железо, марганец и фосфор.

Поступление калия не превышает 0,1%, натрия — 0,9% нормы физиологической потребности. Доля фторидов от суточной дозы варьирует от <5 до 25%.

Железо, селен и йодид обнаружены только в образцах упакованной питьевой воды одной торговой марки (№ 6). В этой же воде отмечено поступление нутриентов более 20% для фторидов и йодидов.

В результате выполненного анализа минерального состава исследованных образцов воды выявлено, что ни одна торговая марка не обеспечивает вклад в суточное потребление следующих эссенциальных элементов (20%): натрия, калий, цинк, медь, железо, марганец, хлориды и фосфор. Одновременно на фоне минимальных количеств эссенциальных элементов отмечено значительное присутствие фторидов в суточном поступлении минералов, которые считаются условно-эссенциальными. Кроме того, установлено, что поступление йодидов для образцов питьевой воды торговой марки № 6 находится на значимом уровне (см. табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Проведённая оценка качества воды показала отсутствие нарушений нормативов по исследованным показателям химической безопасности, все образцы соответствовали требованиям технического регламента, предъявляемым к упакованной питьевой воде для детей от 0 до 3-х лет и старше 3-х лет.

Интерпретация результатов исследования

Следует отметить, что в соответствии с ТР ЕАЭС 044/2017⁴ содержание калия в упакованной питьевой воде для детского питания не регламентируется. В Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях в разделе 9 (глава II) «Требования к питьевой воде, расфасованной в ёмкости»⁶ указаны критерии качества и безопасности воды, включая для воды высшей категории, которую можно использовать для детского питания. В соответствии с данными требованиями, норматив содержания калия в воде высшей категории — от 2 до 20 мг/л. Следовательно, образцы детской воды торговых марок № 1, 3 и 7 не соответствуют нормативному значению по нижней границе нормируемого диапазона. Однако единые санитарные правила не применяются в части требований к упакованной питьевой воде в связи с вступлением в силу ТР ЕАЭС 044/2017⁴. Кроме того, исследованный перечень показателей ориентирован на последующее изучение в части обеспечения физиологической потребности в минеральных веществах и не содержит многие индикаторы химической безопасности упакованной питьевой воды.

Данные, которые мы получили при сопоставлении количеств минеральных веществ, поступающих в организм при употреблении воды с суточной потребностью в них, дают объективную информацию об упакованной питьевой воде как пищевом продукте. Результаты демонстрируют широкий диапазон значений доли минеральных элементов от их физиологической потребности. Среди группы макроэлементов только для кальция и магния отмечен более значимый процент поступления по сравнению с другими минералами данной группы (фосфор, калий, натрий, хлориды), который составляет 2,5–8,8 и 4,5–13% соответственно. В группе микроэлементов установлен процент поступления даже больше, чем у макроэлементов для отдельных образцов воды: для йода — 23–27% (торговые марки № 5 и 6); фтора — 15,2–32,5% (торговые марки № 3–6); селена — 10% (торговая марка № 6). Обращает внимание крайне незначительное поступление таких минеральных элементов, как калий, цинк, медь, железо, марганец и фосфор.

Не все эссенциальные и условно-эссенциальные элементы присутствуют в питьевой воде в концентрациях, значимых для обеспечения суточной потребности, однако в настоящем исследовании рассмотрен перечень показателей, приведённых в МР 2.3.1.0253–21³.

Несмотря на отсутствие дефицита продуктов питания с высокой пищевой ценностью, публикации, посвящённые организации детского питания, демонстрируют недостаточное и несбалансированное поступление биологически

⁶ Решение Комиссии таможенного союза № 299 от 28 мая 2010 г. «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)». Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/upload/files/depsanmer/P2_299 Дата обращения: 08.12.2024.

активных веществ, включая минеральные, причём с возрастом эта тенденция усиливается [7, 24].

Оценка поступления эссенциальных элементов с питьевой водой, помимо её санитарно-гигиенической безопасности, может быть дополнительным ориентиром при анализе пищевого статуса населения, включая организованные группы. Для этого рассчитывают показатель доли обеспечения физиологической потребности в минеральных веществах за счёт питьевой воды. Существуют различные подходы к учёту вклада водного фактора в поступление макро- и микроэлементов, однако наибольшее значение имеют кальций и магний, обеспечивающие до 20% суточной потребности [21, 23, 25].

По большинству других элементов питьевая вода обеспечивает менее 5% общего потребления, за исключением фтора. Кроме того, рекомендовано условно принимать 20% вклад питьевой воды в общее пероральное поступление вещества в организм человека при получении недостаточной информации о ежедневном потреблении микронутриентов [20]. Необходимо подчеркнуть, что национальные и международные рекомендации по питанию должны основываться на фактической информации о достаточности или избытке минеральных веществ. Получение достоверных данных о содержании показателей минерального состава в конкретном продукте питания является важнейшим этапом в оценке пищевого статуса.

Ограничения исследования

При расчётах доли поступления хрома, молибдена, селена (кроме торговой марки № 6), фтора, йодидов (кроме торговых марок № 5 и 6) с питьевой водой от нормы физиологических потребностей мы столкнулись с тем, что НПКО указанных веществ в воде и объём потребления её и напитков для поддержания водного баланса организма детей не позволяют провести точный расчёт их поступления в пределах <5–20%. Именно поэтому эти результаты не были учтены при формулировании выводов по проделанной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам лабораторных исследований упакованной детской воды семи торговых марок выявлено, что концентрации минеральных элементов во всех образцах не превышают нормативных значений, установленных ТР ЕАЭС 044/2017. Расчёт её вклада в обеспечение организма 15 минеральными веществами для двух возрастных групп детей демонстрирует широкий диапазон долей от их физиологической потребности. Среди эссенциальных элементов можно выделить группу, поступление которых с питьевой водой не имеет существенного значения — железо, медь, марганец, цинк, фосфор, калий и натрий. В то же время отдельные образцы детской

бутилированной воды демонстрируют вклад в обеспечение организма кальцием, магнием, фторидами, селеном, йодом до 32%. Таким образом, полученные результаты подтверждают целесообразность учёта питьевой воды как дополнительного источника отдельных эссенциальных и условно-эссенциальных элементов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. В.В. Шилов — концепция и дизайн исследования, редактирование текста рукописи; О.Л. Маркова — концепция и дизайн исследования, составление программы исследований, проведение лабораторных исследований, формирование базы данных, написание черновика рукописи; Д.С. Исаев — составление программы исследований, проведение лабораторных исследований, обработка и анализ полученных результатов, написание черновика рукописи, редактирование текста рукописи; М.Н. Кирьянова — проведение лабораторных исследований, формирование базы данных, редактирование текста рукописи; А.А. Ковшов — обработка и анализ полученных результатов, редактирование текста рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Неприменимо, т.к. в качестве объектов исследования выбраны образцы бутилированной воды.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: V.V. Shilov: conceptualization, methodology, writing—review & editing; O.L. Markova: conceptualization, methodology, investigation, data curation, writing—original draft; D.S. Isaev: methodology, investigation, formal analysis, writing—original draft, writing—review & editing; M.N. Kir'yanova: investigation, data curation, writing—review & editing; A.A. Kovshov: formal analysis, writing—review & editing. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: Not applicable because bottled water samples were selected as the objects of the study.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously published material (text, images, or data) was used in this work.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two external reviewers, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Rakhmanin YA, Onishchenko GG. Hygienic Assessment of Drinking Water Supply of the Population of the Russian Federation: Problems and the Way Their Rational Decision. *Hygiene and Sanitation*. 2022;101(10):1158–1166. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166 EDN: HKIARC
2. Rakitskii VN, Stepkin YI, Klepikov OV, Kurolap SA. Assessment of Carcinogenic Risk Caused by the Impact of the Environmental Factors on Urban Population Health. *Hygiene and Sanitation*. 2021;100(3): 188–195. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-188-195 EDN: OVKETW
3. Bermagambetova SK, Karimov TK, Tusupkaliev BT, Zinalieva AN. Peculiarities of Food Status of Children in Different Ecological Conditions. *Hygiene and Sanitation*. 2012;91(3):57–59. EDN: PEWOCH
4. *America's Children and the Environment* [Internet]. Washington: United States Environmental Protection Agency; 2013 [cited 2024 Dec 8]. Available from: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/ace3_2013.pdf
5. Starostina LS. Vitamin and Mineral Supply in Children: A Pediatrician's View. *Russian Journal of Woman and Child Health*. 2020;3(4):319–325. doi: 10.32364/2618-8430-2020-3-4-319-325 EDN: SNRNCY
6. Benton D; ILSI Europe a.i.s.b.l. Micronutrient Status, Cognition and Behavioral Problems in Childhood. *Eur J Nutr*. 2008;(47 Suppl. 3):38–50. doi: 10.1007/s00394-008-3004-9
7. Tapeskhina NV, Logunova TD, Korsakova TG, Pestereva DV. Analysis of Actual Nutrition of Schoolchildren at Different Age Periods. *Hygiene and Sanitation*. 2024;103(4):342–348. doi: 10.47470/0016-9900-2024-103-4-342-348 EDN: VLDIQQ
8. Koval'chuk VK, Istomin SD, Matveeva VN, et al. Hygienic Evaluation of Long-Term Dynamics of Post Treated Drinking Water Daily Consumption Indicators by Adolescent Population in Vladivostok. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2022;29(7):493–500. doi: 10.17816/humeco106956 EDN: BVBFXC
9. Klyuchnikov DA, Yarovenko AA. Physiological Adequacy of Drinking Water. *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya*. 2016;5(6):119–122. EDN: WHNDFT
10. Shvarts AA, Eremin GB, Stepanyan AA, et al. Hygienic Assessment of Water Quality Underground Drinking Water Sources and Household Water Supply in the Gatchinsky District of the Leningrad Region. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2021;16(1):101–112. EDN: YZKOBP
11. Vyucheskaya DS, Bashketova NS, Badaeva EA. Development of the System of Sanitary Protection of the Water Sources in Russia. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2018;13(2):775–785. EDN: YTUKVN
12. Meleshkova IV, Meleshkov IP. Current Problems Related to the Influence of the Mineral Composition of Water and Diet on the Health of the Population. In: *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference With International Participation "Food Hygiene in the 21st Century: Achievements and Prospects"*. Saint Petersburg: North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 2023. P. 154–162. (In Russ.) EDN: TBPRQH
13. Onishchenko GG. Drinking Water Supply in the Russian Federation: Problems and Ways of Their Solution. *Hygiene and Sanitation*. 2007;(1):10–13. EDN: HYIWMB
14. Sinitsyna OO, Plitman SI, Ampleeva GP, et al. Essential Elements and Standards for Their Contents in Drinking Water. *Health Risk Analysis*. 2020;(3):30–38. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.04 EDN: JLFLZG
15. Rakhmanin YA, Mikhailova RI. Food Risks Analysis and Water Safety. *Health Risk Analysis*. 2018;(4):31–42. doi: 10.21668/health.risk/2018.4.04 EDN: YUGRXV
16. Rakhmanin YuA, Krasovsky GN, Egorova NA, Mikhailova RI. 100 Years of Drinking Water Regulation. Retrospective Review, Current Situation and Prospects. *Hygiene and Sanitation*. 2014;93(2):5–18. EDN: SBKJEH
17. Kwok M, McGeorge S, Roberts M, et al. Mineral Content Variations Between Australian Tap and Bottled Water in the Context of Urolithiasis. *BJUJ Compass*. 2022;3(5):377–382. doi: 10.1002/bco2.168 EDN: SKBXHR
18. Onishchenko GG. Urgent Problems in the Implementation of the Resolutions of the United Nations Organization on Declaration of the Decade 2005–2015 as the International Decade "Water for life". *Hygiene and Sanitation*. 2005;(4):3–5. EDN: OJNQPR
19. Shilov VV, Markova OL, Yeregin GB, Isaev DS. International and domestic experience in standard regulation of bottled drinking water quality. *Hygiene and Sanitation*. 2024;103(8):884–894. doi: 10.47470/0016-9900-2024-103-8-884-894 EDN: CSXDNW
20. *Guidelines for Drinking-water quality: Forth Edition Incorporating the first and Second Addenda* [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2022. [cited 2024 Dec 8]. ISBN: 978-92-4-004506-4 Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/352532/9789240045064-eng.pdf?sequence=1>
21. *Nutrients in Drinking Water* [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2005 [cited 2024 Dec 8]. ISBN: 92-4-159398-9 Available from: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43403/924159398_eng.pdf
22. Miller JD, Workman CL, Panchang SV, et al. Water Security and Nutrition: Current Knowledge and Research Opportunities. *Advances in Nutrition*. 2021;12(6):2525–2539. doi: 10.1093/advances/nmab075 EDN: EBJWGT
23. *Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public Health Significance* [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2009 [cited 2024 Dec 8]. ISBN: 978-92-4-156355-0 Available from: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43836/9789241563550_eng.pdf
24. Efimova NV, Myl'nikova IV, Turov VM. Hygienic Conditions of Supplementary Educational Organizations and Health of Children. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2020;27(3):23–30. doi: 10.33396/1728-0869-2020-3-23-30 EDN: GTLHRS
25. Yakubova ISh, Mel'tser AV, Erastova NV, Bazilevskaya EM. Hygienic Evaluation of the Delivery of Physiologically Wholesome Drinking Water to the Population of St. Petersburg. *Hygiene and Sanitation*. 2015;94(4):21–25. EDN: UHKVVR

ОБ АВТОРАХ

* **Шилов Виктор Васильевич**, д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская, д. 4;
ORCID: 0000-0003-3256-2609;
eLibrary SPIN: 3541-4782;
e-mail: vshilov@inbox.ru

Маркова Ольга Леонидовна, канд. биол. наук;
ORCID: 0000-0002-4727-7950;
eLibrary SPIN: 6443-6585;
e-mail: olleonmar@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Viktor V. Shilov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
address: 4 2nd Sovetskaya st, Saint Petersburg, Russia, 191036;
ORCID: 0000-0003-3256-2609;
eLibrary SPIN: 3541-4782;
e-mail: vshilov@inbox.ru

Olga L. Markova, Cand. Sci. (Biology);
ORCID: 0000-0002-4727-7950;
eLibrary SPIN: 6443-6585;
e-mail: olleonmar@mail.ru

Исаев Даниил Сергеевич;
ORCID: 0000-0002-9165-1399;
eLibrary SPIN: 1848-7272;
e-mail: d.isaev@s-znc.ru

Кириянова Марина Николаевна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-9037-0301;
eLibrary SPIN: 8219-1749;
e-mail: mrn@ro.ru

Ковшов Александр Александрович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-9453-8431;
eLibrary SPIN: 8369-5825;
e-mail: a.kovshov@s-znc.ru

Daniil S. Isaev, MD;
ORCID: 0000-0002-9165-1399;
eLibrary SPIN: 1848-7272;
e-mail: d.isaev@s-znc.ru

Marina N. Kir'yanova, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-9037-0301;
eLibrary SPIN: 8219-1749;
e-mail: mrn@ro.ru

Aleksandr A. Kovshov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-9453-8431;
eLibrary SPIN: 8369-5825;
e-mail: a.kovshov@s-znc.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author