

УДК 616.39((571.13) + 616-008.9(571.13)

DOI: 10.34215/1609-1175-2024-4-36-41



Обеспеченность взрослого населения региона Западной Сибири минеральными веществами

А.В. Брусенцова, Д.В. Турчанинов, В.А. Ширинский, Е.А. Вильмс, Т.А. Юнацкая

Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия

Цель: гигиеническая оценка распространенности элементозов у взрослого населения региона Западной Сибири. **Материалы и методы.** Обеспеченность взрослого населения Омской области минеральными веществами была оценена в поперечном описательном наблюдательном исследовании по содержанию 24 элементов в волосах в случайной квотированной выборке, включавшей 333 человека (151 мужчина и 182 женщины). **Результаты.** Пу 69,7 ± 2,5% взрослого населения Омской области были отмечены нарушения обеспеченности минеральными веществами. Чаще всего встречалась недостаточная обеспеченность цинком (32,4 ± 2,6%), селеном (29,7 ± 2,5%), медью (26,8 ± 2,4%), магнием (26,2 ± 2,4%), железом (23,9 ± 2,3%), кремнием (16,8 ± 2,1%), кальцием (15,9 ± 2,0%), калием (15,9 ± 2,0%), молибденом (11,4 ± 1,7%). Повышенное содержание в организме токсичных и потенциально токсичных минеральных веществ отмечено по таким веществам, как алюминий (32,8 ± 2,6%), кадмий (31,2 ± 2,5%), свинец (10,1 ± 2,5%). Определены особенности элементного статуса у мужчин и женщин, а также в возрастных группах 18–29 лет, 30–44, 45–64 года, 65 и более лет. Частота недостаточной обеспеченности элементами организма возрастала с возрастом по таким элементам, как магний, железо и селен. **Заключение.** Отмечена тенденция к снижению частоты дисэлементозов у взрослого населения региона в сравнении с 2007–2010 гг. У 69,7 ± 2,5% взрослого населения Омской области были отмечены нарушения обеспеченности минеральными веществами, частота которых росла с возрастом и чаще встречалась у мужчин.

Ключевые слова: минеральные вещества, обеспеченность, гигиена питания, Западная Сибирь, взрослое население

Поступила в редакцию: 21.05.2024. Получена после доработки: 17.06.2024. Принята к публикации: 04.07.2024

Для цитирования: Брусенцова А.В., Турчанинов Д.В., Ширинский В.А., Вильмс Е.А., Юнацкая Т.А. Обеспеченность взрослого населения региона Западной Сибири минеральными веществами. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2024;4:36–41. doi: 10.34215/1609-1175-2024-4-36-41

Для корреспонденции: Брусенцова Анна Владимировна – канд. мед. наук, доцент кафедры гигиены, питания человека Омского государственного медицинского университета (644099, Омская область, г. Омск, ул. Ленина, 12); ORCID: 0000-0002-8796-7526; тел. +7 (3812) 650095; e-mail: anna4855@mail.ru

Supply of mineral substances to the adult population of Western Siberia

A.V. Brusentsova, D.V. Turchaninov, V.A. Shirinsky, E.A. Vilms, T.A. Yunatskaya

Omsk State Medical University, Omsk, Russia

Aim. Hygienic assessment of mineral deficiencies among the adult population of Western Siberia. **Materials and methods.** The supply of minerals to the adult population of the Omsk region was assessed in a cross-sectional descriptive observational study based on the content of 24 elements in human hair in a random quota sample that included 333 people (151 men and 182 women). **Results.** In 69.7 ± 2.5% of the adult population of the Omsk region, disturbances in the supply of mineral substances were noted. Among the most common deficiencies were zinc (32.4 ± 2.6%), selenium (29.7 ± 2.5%), copper (26.8 ± 2.4%), magnesium (26.2 ± 2.4%), iron (23.9 ± 2.3%), silicon (16.8 ± 2.1%), calcium (15.9 ± 2.0%), potassium (15.9 ± 2.0%), and molybdenum (11.4 ± 1.7%). An increased content of toxic and potentially toxic mineral substances in the body was noted for such substances as aluminum (32.8 ± 2.6%), cadmium (31.2 ± 2.5%), and lead (10.1 ± 2.5%). The elemental status in men and women, as well as in the age groups of 18–29 years, 30–44 years, 45–64 years, 65 and more years was determined. The frequency of mineral deficiencies increased with age for such elements as magnesium, iron, and selenium. **Conclusion.** In comparison with 2007–2010, a tendency towards a decrease in the frequency of mineral deficiency in the adult population of the region was observed. In 69.7 ± 2.5% of the adult population of the Omsk region, disturbances in the supply of mineral substances were noted, with their frequency increasing with age and being more common in men.

Keywords: minerals, security, food hygiene, Western Siberia, adult population

Received 21 May 2024; Revised 17 June 2024; Accepted 04 July 2024

For citation: Brusentsova A.V., Turchaninov D.V., Shirinsky V.A., Vilms E.A., Yunatskaya T.A. Supply of mineral substances to the adult population of the Western Siberia region. *Pacific Medical Journal*. 2024;4:36–41. doi: 10.34215/1609-1175-2024-4-36-41

Corresponding author: Anna V. Brusentsova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hygiene, Human Nutrition of Omsk State Medical University (12 Lenin str., 644099, Omsk, Russia); ORCID: 0000-0002-8796-7526; tel. +7 (3812) 650095; e-mail: anna4855@mail.ru

Минеральные вещества – необходимые компоненты метаболизма, участвуют в пластических процессах, поддержании кислотно-щелочного равновесия и состава крови, водно-солевом обмене. Их содержание в организме зависит от уровня потребления

с пищевыми продуктами, геохимических условий местности и биодоступности [1].

Недостаточное или избыточное поступление минеральных веществ в организм ведет к развитию патологических состояний, иммунологической

недостаточности, тяжелых рецидивирующих, хронических, аллергических и аутоиммунных заболеваний [1].

В настоящее время дефицит микроэлементов отмечен примерно у 2 миллиардов людей, встречается во всех странах и затрагивает все слои населения, являясь актуальной проблемой. Наиболее значимыми дефицитами с глобальным распространением являются нехватка кальция, железа и цинка [2, 3, 4].

В России микроэлементозы широко распространены и выявляются во всех возрастных группах, на всех территориях, независимо от времени года [5]. Для большинства взрослого и детского населения России характерно значительное распространение недостаточности магния, цинка, йода, меди [6]. У части населения в результате загрязнения окружающей среды, наличия геохимических особенностей территории развиваются гиперэлементозы. Так, в регионах с развитой металлургической, горнодобывающей промышленностью отмечается накопление в организме населения свинца, а также алюминия, железа, хрома, в меньшей степени марганца, мышьяка [7]. Совокупность этих факторов приводит к формированию особого элементного профиля населения соответствующих территорий. Изучение этих особенностей является гигиенической проблемой и необходимо для разработки эффективных программ профилактики. На территории Омской области подобные исследования не проводились более 10 лет, что определило актуальность настоящей работы.

Цель исследования состояла в гигиенической оценке распространенности элементозов у взрослого населения региона Западной Сибири.

Материалы и методы

Исследование проводилось среди взрослого населения Омской области в период 2019–2020 гг. Дизайн исследования: поперечное описательное наблюдательное исследование.

Был составлен план формирования квотированной выборки, включавший распределение по полу, возрастным группам, месту проживания (город Омск, сельские районы области) пропорционально структуре населения региона. Для обеспечения репрезентативности проведен предварительный расчет минимально необходимого числа единиц наблюдения. С учетом численности генеральной совокупности, ожидаемой распространенности микроэлементозов, обеспечения 95% надежности и 80% статистической мощности исследования, расчетная минимально необходимая численность выборки составила 324 человека. Учитывалась численность каждой возрастной группы генеральной совокупности (18–29 (35,4%), 30–44 (27,9%), 45–64 (27,9%), 65 лет и старше (8,8%)), соотношение населения по месту проживания (сельское (26,0%), городское (74,0%)), полу (мужчины (42,0%), женщины (58,0%)). Критерии включения в исследования: наличие информированного согласия на участие в исследовании, соответствие характеристик потенциального респондента

плану исследования (по полу, возрасту, территории и времени проживания (проживание на территории региона не менее 2 лет)). Итоговая выборка являлась репрезентативной по возрастно-половому составу, включала 333 человека (151 мужчину и 182 женщин) с медианой возраста – 41 (31; 55) год. В отдельных анализируемых группах минимальное количество обследованных составляло не менее 30.

Оценка элементного статуса проводилась в аккредитованной лаборатории методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. В образцах волос определялись 24 элемента: Al, B, Fe, Cd, K, Ca, Co, Si, Li, Mg, Mn, Cu, Mo, As, Na, Ni, Hg, Pb, Se, Sb, Ti, P, Cr, Zn (всего проведено 7992 элементно-анализа в волосах). Содержание этих элементов в волосах коррелирует с элементным профилем внутренней среды человека [1]. Референтные значения содержания элементов в исследуемых образцах волос и индивидуальная оценка степени отклонения («норма», «снижено», «повышено», степень нарушения минерального обмена) была представлена в протоколах лабораторного исследования.

Полученные данные подвергли статистической обработке с помощью пакета Statistica 6. Нормальность распределения признаков проверяли с использованием критерия Шапиро – Уилка. Различия между выборочными долями в двух группах оценивали с помощью метода углового преобразования Фишера, в трех и более группах – на основе вычисления 2I-информационной статистики Кульбака, рассматриваемой как непараметрический аналог дисперсионного анализа. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимали равным 0,05. Выражением вида $0,22 \pm 0,2\%$ обозначались показатель и стандартная ошибка показателя.

Результаты исследования

Среди обследованных чаще встречалась недостаточная обеспеченность (содержание ниже референтных значений) такими эссенциальными и условно-эссенциальными минеральными веществами, как цинк ($32,4 \pm 2,6\%$), селен ($29,7 \pm 2,5\%$), медь ($26,8 \pm 2,4\%$), магний ($26,2 \pm 2,4\%$), железо ($23,9 \pm 2,3\%$), кремний ($16,8 \pm 2,1\%$), кальций ($15,9 \pm 2,0\%$), калий ($12,5 \pm 1,8\%$), молибден ($11,4 \pm 1,7\%$) (рис.).

Из токсичных и потенциально токсичных минеральных веществ чаще повышенное содержание встречалось по алюминию ($32,8 \pm 2,6\%$), кадмию ($31,2 \pm 2,5\%$), свинцу ($10,1 \pm 2,5\%$) (рис.).

У значительной части обследованных отмечены повышенные количества марганца ($у 21,3 \pm 2,2\%$), натрия ($у 11,2 \pm 1,7\%$) (рис.).

Из эссенциальных и условно-эссенциальных элементов у мужчин чаще встречалась нехватка цинка ($39,7 \pm 4,0\%$), кальция ($25,6 \pm 3,6\%$), меди ($24,5 \pm 3,5\%$), калия ($19,5 \pm 3,2\%$), магния ($18,8 \pm 3,2\%$), железа ($16,8 \pm 3,0\%$), селена ($16,7 \pm 3,0\%$). Для женщин

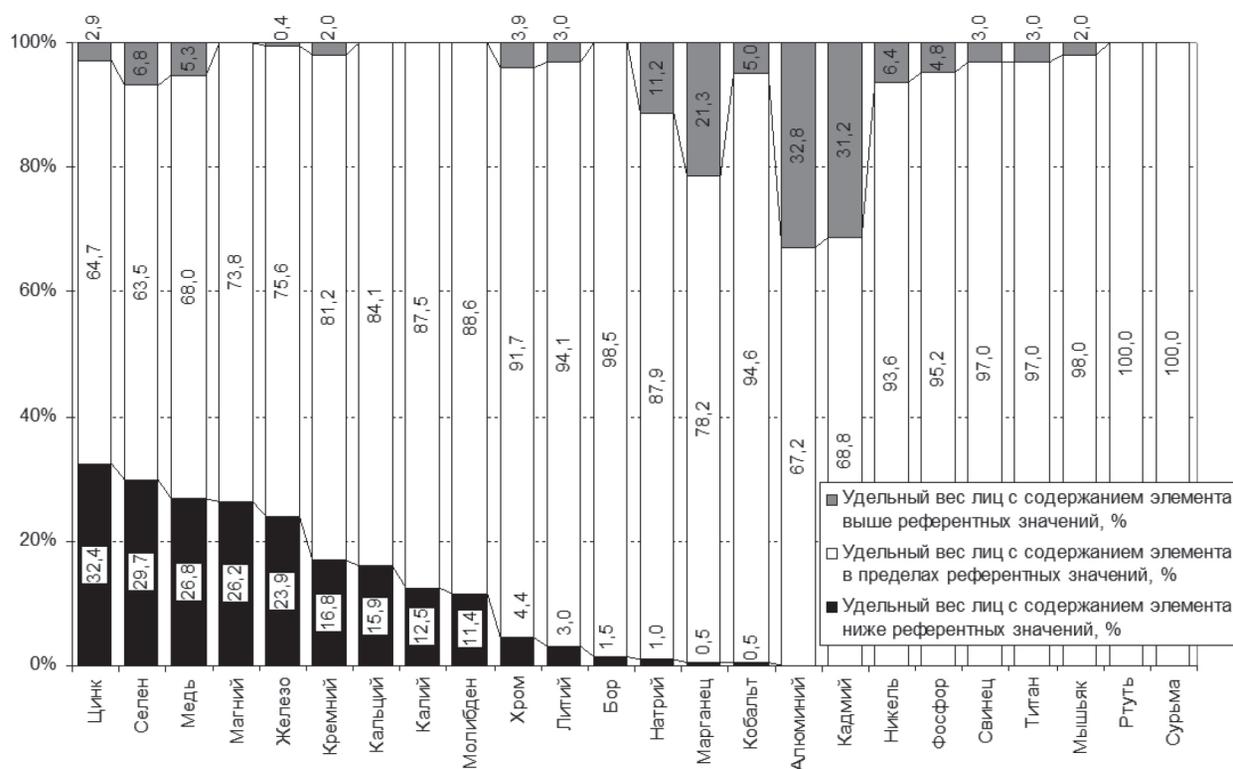


Рис. Распространенность среди взрослого населения Омской области элементозов, 2019–2020 гг., %.

Таблица 1

Удельный вес взрослого населения Омской области с содержанием эссенциальных и условно-эссенциальных минеральных веществ ниже референтных значений в зависимости от пола

| № п/п | Минеральное вещество | Мужчины | | | | Женщины | | | | p** |
|-------|----------------------|--------------------------------------|-------|--|------|--------------------------------------|-------|--|------|-------|
| | | содержание ниже референтных значений | | содержание в пределах референтных значений | | содержание ниже референтных значений | | содержание в пределах референтных значений | | |
| | | доля населения, % | m*, % | доля населения, % | m, % | доля населения, % | m*, % | доля населения, % | m, % | |
| 1 | B | 3,4 | 1,5 | 96,6 | 1,5 | 0,0 | 0,5 | 100,0 | 0,5 | 0,128 |
| 2 | Fe | 16,8 | 3,0 | 83,2 | 3,0 | 29,2 | 3,4 | 70,1 | 3,4 | 0,041 |
| 3 | K | 19,5 | 3,2 | 80,5 | 3,2 | 7,8 | 2,0 | 92,2 | 2,0 | 0,037 |
| 4 | Ca | 25,6 | 3,6 | 74,4 | 3,6 | 9,1 | 2,1 | 90,9 | 2,1 | 0,006 |
| 5 | Co | 1,1 | 0,9 | 94,3 | 1,9 | 0,0 | 0,5 | 94,8 | 1,6 | 0,698 |
| 6 | Si | 13,8 | 2,8 | 81,6 | 3,2 | 19,1 | 2,9 | 80,9 | 2,9 | 0,037 |
| 7 | Mg | 18,8 | 3,2 | 81,2 | 3,2 | 32,3 | 3,5 | 67,7 | 3,5 | 0,043 |
| 8 | Mn | 1,1 | 0,9 | 80,5 | 3,2 | 0,0 | 0,5 | 76,5 | 3,1 | 0,499 |
| 9 | Cu | 24,5 | 3,5 | 64,2 | 3,9 | 28,7 | 3,4 | 71,3 | 3,4 | 0,000 |
| 10 | Mo | 4,6 | 1,7 | 95,4 | 1,7 | 16,5 | 2,8 | 83,5 | 2,8 | 0,021 |
| 11 | Na | 0,0 | 0,6 | 87,2 | 2,7 | 1,7 | 0,9 | 88,3 | 2,4 | 0,470 |
| 12 | Se | 16,7 | 3,0 | 73,7 | 3,6 | 40,7 | 3,6 | 54,8 | 3,7 | 0,000 |
| 13 | P | 0,0 | 0,6 | 96,0 | 1,6 | 0,0 | 0,5 | 94,5 | 1,7 | 0,811 |
| 14 | Cr | 0,0 | 0,6 | 97,7 | 1,2 | 7,7 | 2,0 | 87,2 | 2,5 | 0,005 |
| 15 | Zn | 39,7 | 4,0 | 53,4 | 4,1 | 27,2 | 3,3 | 72,8 | 3,3 | 0,000 |

Примечание: * – стандартная ошибка, ** – метод углового преобразования Фишера.

Таблица 2

Удельный вес взрослого населения Омской области с содержанием токсичных и потенциально токсичных минеральных веществ выше референтных значений в зависимости от пола

| № п/п | Минеральное вещество | Мужчины | | | | Женщины | | | | p** |
|-------|----------------------|--------------------------------------|-------|--|------|--------------------------------------|------|--|------|-------|
| | | содержание выше референтных значений | | содержание в пределах референтных значений | | содержание выше референтных значений | | содержание в пределах референтных значений | | |
| | | доля, % | m*, % | доля, % | m, % | доля, % | m, % | доля, % | m, % | |
| 1 | Al | 39,0 | 4,0 | 61,0 | 4,0 | 28,7 | 3,4 | 71,3 | 3,4 | 0,334 |
| 2 | Cd | 43,7 | 4,0 | 56,3 | 4,0 | 21,7 | 3,1 | 78,3 | 3,1 | 0,004 |
| 3 | Li | 6,9 | 2,1 | 86,2 | 2,8 | 0,0 | 0,5 | 100,0 | 0,5 | 0,000 |
| 4 | As | 4,6 | 1,7 | 95,4 | 1,7 | 0,0 | 0,5 | 100,0 | 0,5 | 0,197 |
| 5 | Ni | 0,0 | 0,6 | 100,0 | 0,6 | 11,3 | 2,3 | 88,7 | 2,3 | 0,001 |
| 6 | Hg | 0,0 | 0,6 | 100,0 | 0,6 | 0,0 | 0,5 | 100,0 | 0,5 | 1,000 |
| 7 | Pb | 6,9 | 2,1 | 93,1 | 2,1 | 0,0 | 0,5 | 100,0 | 0,5 | 0,009 |
| 8 | Sb | 0,0 | 0,6 | 100,0 | 0,6 | 0,0 | 0,5 | 100,0 | 0,5 | 1,000 |
| 9 | Ti | 0,0 | 0,6 | 100,0 | 0,6 | 5,2 | 1,6 | 94,8 | 1,6 | 0,248 |

Примечание: * – стандартная ошибка, ** – метод углового преобразования Фишера.

наиболее актуальными были: селен ($40,7 \pm 3,6\%$), магний ($32,3 \pm 3,5\%$), железо ($29,2 \pm 3,4\%$), медь ($28,7 \pm 3,4\%$), цинк ($27,2 \pm 3,3\%$), кремний ($19,1 \pm 2,9\%$), молибден ($16,5 \pm 2,8\%$) (табл. 1).

Среди токсичных и потенциально токсичных минеральных веществ у мужчин отмечался избыток: кадмия ($43,7 \pm 4,0\%$), алюминия ($39,0 \pm 4,0\%$), свинца ($6,9 \pm 2,1\%$). Среди женщин – алюминия ($28,7 \pm 3,4\%$), кадмия ($21,7 \pm 3,1\%$), никеля ($11,3 \pm 2,3\%$) (табл. 2).

Мужчины и женщины отличались по обеспеченности никелем, свинцом, литием, кальцием, хромом, медью, цинком, селеном, железом, калием, кремнием, магнием, молибденом. Избыток кадмия чаще

встречался у мужчин, чем у женщин ($p = 0,004$), избыток лития и свинца был отмечен только у мужчин (табл. 1, 2).

С увеличением возраста возрастала частота недостаточной обеспеченности магнием, железом и селеном. У лиц старше 65 лет имела значительная распространенность недостатка меди, кремния, хрома и молибдена. Для возрастной группы 18–44 года характерен недостаток цинка, а для возраста 30–64 года – нехватка кальция (табл. 3). Доля населения с повышенным содержанием алюминия и кадмия увеличивалась с возрастом. Содержание никеля и мышьяка выше референтных значений отмечено только

Таблица 3

Удельный вес взрослого населения Омской области в различных возрастных группах с содержанием эссенциальных и условно-эссенциальных минеральных веществ ниже референтных значений, %

| № п/п | Минеральное вещество | 18–29 лет | 30–44 года | 45–64 года | 65 и более лет | p* |
|-------|----------------------|-----------|------------|------------|----------------|-------|
| 1 | B | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,104 |
| 2 | Fe | 2,0 | 8,2 | 39,3 | 54,8 | 0,000 |
| 3 | K | 0,0 | 26,0 | 2,7 | 31,0 | 0,000 |
| 4 | Ca | 6,7 | 19,3 | 21,3 | 10,0 | 0,093 |
| 5 | Co | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,075 |
| 6 | Si | 11,1 | 15,7 | 10,7 | 41,9 | 0,000 |
| 7 | Mg | 2,1 | 26,2 | 28,9 | 56,7 | 0,000 |
| 8 | Mn | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,572 |
| 9 | Cu | 22,6 | 17,5 | 25,9 | 54,8 | 0,001 |
| 10 | Mo | 20,0 | 0,0 | 1,3 | 41,9 | 0,000 |
| 11 | Na | 0,0 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 0,065 |
| 12 | Se | 14,0 | 15,3 | 32,3 | 76,5 | 0,000 |
| 13 | P | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,604 |
| 14 | Cr | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 29,0 | 0,000 |
| 15 | Zn | 30,2 | 45,5 | 12,9 | 55,9 | 0,000 |

Примечание: * – 2I-статистика.

Таблица 4

Удельный вес взрослого населения Омской области в различных возрастных группах с содержанием токсичных и потенциально токсичных минеральных веществ выше референтных значений, %

| № п/п | Минеральное вещество | 18–29 лет | 30–44 года | 45–64 года | 65 и более лет | <i>p</i> * |
|-------|----------------------|-----------|------------|------------|----------------|------------|
| 1 | Al | 21,1 | 30,0 | 32,0 | 55,2 | 0,031 |
| 2 | Cd | 8,9 | 41,2 | 28,0 | 54,8 | 0,000 |
| 3 | Li | 0,0 | 9,8 | 1,3 | 0,0 | 0,001 |
| 4 | As | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,9 | 0,006 |
| 5 | Ni | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 41,9 | 0,000 |
| 6 | Hg | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,000 |
| 7 | Pb | 0,0 | 0,0 | 8,0 | 0,0 | 0,027 |
| 8 | Sb | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,000 |
| 9 | Ti | 0,0 | 11,8 | 0,0 | 0,0 | 0,003 |

Примечание: * – *ZI*-статистика.

в возрастной группе 65 лет и более, титана – в группе 30–44 года, свинца – в группе 45–64 года, лития – в группе 30–44 года (табл. 4).

У $69,7 \pm 2,5\%$ взрослого населения Омской области были отмечены нарушения обеспеченности минеральными веществами в сторону недостаточного или избыточного содержания минеральных веществ в организме. Из них умеренные отклонения в минеральном обмене были определены у $26,5 \pm 2,4\%$, средней степени – $29,1 \pm 2,5\%$, выраженные – $14,1 \pm 1,9\%$.

Содержание двух и более минеральных веществ было выше референтных значений у $30,0 \pm 2,5\%$ населения, содержание двух и более минеральных веществ ниже референтных значений отмечено у $35,4 \pm 2,7\%$ населения.

Обсуждение полученных результатов

При сравнении с результатами исследования элементного статуса населения Омской области, проведенного в 2007–2010 гг. (умеренные отклонения – $22,0 \pm 2,5\%$, средней степени – $35,5 \pm 3,1\%$, выраженные – $37,5 \pm 2,2\%$) [12], можно сделать вывод о снижении за прошедшие десять лет частоты нарушений минерального обмена на территории региона ($ZI = 61,2$, $p < 0,001$). В структуре нарушений снизился удельный вес отклонений, характеризующихся как «выраженные». Улучшилась обеспеченность марганцем ($p < 0,001$), селеном ($p < 0,001$), медью ($p < 0,001$), кобальтом ($p < 0,001$), фосфором ($p < 0,001$), цинком ($p < 0,001$), калием ($p < 0,001$), кальцием ($p < 0,001$), хромом ($p < 0,015$), железом ($p = 0,035$). Такие изменения могут быть в первую очередь связаны с изменением структуры питания населения, на что указывают исследования фактического питания, проводимые в регионе, в том числе в рамках национального проекта «Демография» [9]. В частности, за период с 2010 по 2020 г. существенно увеличилось потребление круп и макарон, мяса птицы, говядины, яиц, фруктов, сыра, орехов, некоторых овощей, сократилось потребление рыбы и морепродуктов, картофеля, хлебобулочных изделий.

В сравнении с 2007–2010 гг. отмечена негативная тенденция к росту доли лиц с содержанием алюминия в организме выше референтных концентраций ($p < 0,001$) [8]. Анализ пищевого потребления алюминия проведен в работе [10]. Основным источником «пищевого» алюминия у населения Омской области были пищевые продукты растительного происхождения.

Нарушение баланса минеральных элементов чаще встречалось у мужчин, что согласуется с результатами других исследований, проводимых в Российской Федерации [11, 12].

Заключение

Отмечена тенденция к снижению частоты дисэлементозов на территории региона в сравнении с 2007–2010 гг. Тем не менее более чем у двух третей взрослого населения Омской области отмечены нарушения обеспеченности минеральными веществами. Дисэлементозы чаще встречались у мужского населения. Также отмечался рост частоты дисбаланса минерального обмена с возрастом.

Ограничения исследования

Проблема обеспеченности йодом, актуальная для населения Омской области, в настоящем исследовании не изучалась, хотя по данным литературных источников, удельный вес населения региона с недостаточной обеспеченностью йодом составляет 64,0–74,5% [8]. Содержание элемента выше референтных значений не означает обязательное наличие существенного риска для здоровья, проявлений острой или хронической токсичности, однако требует внимания с позиций дальнейшего гигиенического изучения.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источники финансирования: анализ материалов исследования и подготовка рукописи статьи осуществлены в рамках выполнения Государственного задания Минздрава России №056-00044-23-00, проект «Разработка риск-ориентированных технологий многоуровневой

профилактики алиментарно-зависимых социально значимых болезней».

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – ДВТ

Сбор и обработка материала – ВЕА, ЮТА

Статистическая обработка – ДВТ, АВБ

Написание текста – АВБ, ВЕА, ЮТА, ШВА

Редактирование – ДВТ, АВБ, ВЕА, ЮТА, ШВА

Литература / References

1. Oberlis D., Harland B., Skal'nyy A. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб: Наука, 2008. 544 с. [Oberlis D, Harland B, Skal'nyy A. The biological role of macro- and microelements in humans and animals. Saint Petersburg: Nauka, 2008. 544 p. (In Russ.)].
2. Beal T, Massiot E, Arsenault JE, Smith MR, Hijmans RJ. Global trends in dietary micronutrient supplies and estimated prevalence of inadequate intakes. *PLoS One*. 2017;12(4):e0175554. doi: 10.1371/journal.pone.0175554
3. Bailey RL, West Jr KP, Black RE. The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies. *Ann. Nutr. Metab.* 2015; 66(Suppl. 2): 22–33. doi:10.1159/000371618
4. Beal T, Ortenzi F. Priority Micronutrient Density in Foods. *Front Nutr.* 2022;9:806566. doi: 10.3389/fnut.2022.806566
5. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Витаминная обеспеченность взрослого населения Российской Федерации: 1987–2017 гг. *Вопросы питания*. 2018;87(4):62–8. [Kodencova VM, Vrzhesinskaya OA, Nikityuk DB, Tutel'yan VA. Vitamin security of the adult population of the Russian Federation: 1987–2017. *Voprosy Pitaniia*. 2018;87(4):62–8 (In Russ.)]. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10043
6. Мартинчик А.Н., Багурин А.К., Кешабянц Э.Э., Фатьянова Л.Н., Семенова Я.А., Базарова Л.Б., Устинова Ю.В. Анализ фактического питания детей и подростков России в возрасте от 3 до 19 лет. *Вопросы питания*. 2017;86(4):50–60. [Martinchik AN, Baturin AK, Keshabyanc EE, Fat'yanova LN, Semenova YaA, Bazarova LB, Ustinova YuV. Analysis of the actual nutrition of children and adolescents in Russia aged 3 to 19 years. *Voprosy Pitaniia*. 2017;86(4):50–60 (In Russ.)]. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00059
7. Некрасов В.И. О связи нарушений обмена макро и микроэлементов с заболеваемостью у работников предприятия черной металлургии. *Экология человека*. 2005;10:57–60. [Nekrasov VI. On the relationship of metabolic disorders of macro and microelements with morbidity in employees of the ferrous metallurgy enterprise. *Ecologiya Cheloveka = Human Ecology* 2005;10:57–60 (In Russ.)].
8. Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В. Микроэлементозы у населения Омского региона: аспекты эпидемиологии и профилактики. *Омский научный вестник*. 2010;1(94):21–5. [Vilms EA, Turchaninov DV. Microelementoses in the population of the Omsk region: aspects of epidemiology and prevention. *Omsk Scientific Bulletin*. 2010;1(94):21–5 (In Russ.)].
9. Свид. № 2022620117 Российская Федерация. Свидетельство о официальной регистрации базы данных. Фактическое питание взрослого населения Омской области в 2019–2020 гг.: Турчанинов Д.В., Вильмс Е.А., Костина Н.Н., Юнацкая Т.А., Глаголева О.Н., Козубенко О.В., Турчанинова М.С., Цехановская А.Д.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО ОмГМУ (RU). опубл. 14.01.2022 реестр базы данных. – 1с. [Certificate No. 2022620117 Russian Federation. Certificate of official registration of the database. The actual nutrition of the adult population of the Omsk region in 2019–2020: Turchaninov DV, Vilms EA, Kostina NN, Yunatskaya TA, Glagoleva ON, Kozubenko OV, Turchaninova MS, Tsekhanovskaya AD; applicant and copyright holder of the Federal State Budgetary Educational Institution of Omsk State Medical University (RU). publ. 14.01.2022 database registry. – 1с (In Russ.)].
10. Брусенцова А.В., Турчанинов Д.В., Гогадзе Н.В., Зуева В.А., Вильмс Е.А. Гигиеническая оценка пищевого поступления алюминия в организм у взрослого населения региона Западной Сибири. *Экология человека*. 2023;30(9):695–706. [Brusencova AV, Turchaninov DV, Gogadze NV, Zueva VA, Vilms EA. Hygienic assessment of the dietary intake of aluminum in the body of the adult population of the region of Western Siberia. *Ecologiya Cheloveka = Human Ecology*. 2023;30(9):695–706 (In Russ.)]. doi: https://doi.org/10.17816/humeco321227
11. Горбачев А.Л., Ефимова А.В., Луговая Е.А., Бульбан А.П. Особенности элементного статуса жителей различных природно-географических территорий Магаданского региона. *Экология человека*. 2003;6:12–6. [Gorbachev AL, Efimova AV, Lugovaya EA, Bul'ban AP. Features of the elemental status of residents of various natural-geographical territories of the Magadan region. *Ecologiya Cheloveka = Human Ecology*. 2003;6:12–6 (In Russ.)].
12. Тармаева И.Ю., Скальный А.В., Богданова О.Г., Грабеклис А.Р., Бельх А.И. Элементный статус взрослого трудоспособного населения Республики Бурятия. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019;5:308–13. [Tarmaeva IYu., Skal'nyj AV, Bogdanova OG, Grabeklis AR, Belyh AI. Elemental status of the adult able-bodied population of the Republic of Buryatia. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019;5:308–13 (In Russ.)].