



## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ У ДЕТЕЙ ОТ 1 ГОДА ДО 4 ЛЕТ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Е. Е. Онегин<sup>1</sup>, Т. И. Ровбуть<sup>2</sup>, Ж. В. Мотылевич<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Детская клиническая городская поликлиника г. Гродно, Гродно, Беларусь

<sup>2</sup>Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

<sup>3</sup>Институт биохимии биологически активных соединений

Национальной академии наук Беларуси, Гродно, Беларусь

*Введение.* Мониторинг элементной обеспеченности детей младшего дошкольного возраста с целью оптимизации методов ее коррекции имеет важное научное и практическое значение.

*Цель.* Оценить элементный статус детей в возрасте от 1 года до 4 лет, постоянно проживающих в западном регионе Беларуси, г. Гродно.

*Материал и методы.* Для выполнения цели проведено анкетирование, клиническое обследование и исследование уровня элементного состава волос методом атомно-эмиссионной спектроскопии у 60 детей в возрасте от 1 года до 4 лет, посещающих учреждение дошкольного образования г. Гродно.

*Результаты.* Установлены нарушения элементного состава волос у 49% обследованных детей. Выявлен выраженный дисбаланс микроэлементного статуса, определяемый дефицитом селена, цинка, кобальта, железа, хрома и магния при избытке кальция, марганца, меди, свинца, кадмия и никеля.

*Выводы.* Данные проведенного исследования могут быть использованы для раннего выявления нарушений элементной обеспеченности у детей младшего дошкольного возраста и разработки профилактических мер по ее коррекции, что будет способствовать снижению общей заболеваемости.

**Ключевые слова:** дети, химические элементы, волосы, обеспеченность, дисбаланс.

*Для цитирования:* Онегин, Е. Е. Оценка содержания химических элементов в волосах у детей от 1 до 4 лет методом атомно-эмиссионной спектроскопии / Е. Е. Онегин, Т. И. Ровбуть, Ж. В. Мотылевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2024. Т. 22, № 6. С. 548-553. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-6-548-553>.

### Введение

Полноценное питание – важнейшее условие хорошего здоровья, нормального роста и развития детей. Особая роль в этом отношении принадлежит регулярному снабжению детского организма всеми необходимыми микронутриентами: витаминами и минеральными веществами и поиску путей их оптимизации [1, 2].

Макро- и микроэлементы не синтезируются в организме, а поступают с пищевыми продуктами, водой, воздухом. Степень их усвоения зависит от состояния органов дыхания и пищеварения [3, 4]. Биоэлементы способны депонироваться в тканях, а по мере необходимости – поступать в кровь. Тканевые депо обладают мощными резервами макроэлементов, тогда как тканевые запасы микроэлементов незначительны. Этим объясняются низкие адаптационные возможности организма к дефициту микроэлементов в пище [4]. По своему значению для обеспечения жизнедеятельности организма микроэлементы можно разделить на три группы: микроэлементы эссенциальные, микроэлементы условно эссенциальные, микроэлементы токсичные и малоизученные [4]. Сложность подобной классификации микроэлементов состоит в том, что сами эссенциальные микроэлементы при определенных условиях могут вызывать токсичные реакции, а отдельные токсические микроэлементы при определенной дозировке и экспозиции могут обнаруживать свойства эссенциальных [5].

Значение минеральных веществ многообразно. Минеральные вещества, особенно микроэлементы, входят в состав или активируют действие ферментов, гормонов, витаминов и таким образом участвуют во всех видах обмена веществ [4, 6]. Нормальная функция нервной, сердечно-сосудистой, иммунной, пищеварительной и других систем невозможна без минеральных веществ [6, 7, 8]. Баланс биоэлементов в организме ребенка может меняться, зависит от таких факторов, как физиологическое состояние организма, особенности питания, обеспеченность витаминами, пол, возраст, степень физической и умственной нагрузки, наличие сопутствующих заболеваний и прием лекарственных препаратов [3, 6]. Отличительная особенность минерального обмена у детей состоит в том, что процессы поступления в организм элементов и их выведение не уравновешены между собой. В процессе роста и развития органы и ткани способны избирательно концентрировать определенные биоэлементы. Установлено, что к моменту рождения увеличивается содержание меди, цинка, кремния, алюминия в сером и белом веществе головного мозга, в печени – меди и железа. В этом возрасте концентрация многих микроэлементов во много раз выше по сравнению с другими периодами жизни ребенка [3, 6]. В связи с чем данные о содержании химических элементов в разные периоды жизни ребенка представляют большой интерес.

Многочисленные исследования, проводившиеся во многих странах мира в течение дли-

тельного времени, убедительно подтвердили неблагоприятное воздействие недостатка железа у детей старшего возраста: развитие быстрой утомляемости, снижение эмоционального тонуса, ослабление концентрации внимания, ограничение социальных контактов, склонность к ссорам со сверстниками, снижение успеваемости в школе [8]. По сведениям других исследователей, у всех часто болеющих детей выявлялся дисбаланс по 3-7 элементам, который характеризовался накоплением Pb, Cd, Cr, Ni, Ba, Sb, Sr, Ti, дефицитом В, накоплением или недостатком Zn, Cu, Mn, Ca, Mg, Fe в волосах [7]. В то же время доказано отрицательное воздействие на организм избыточного поступления некоторых минеральных веществ [9].

По мнению ведущих ученых-гигиенистов и токсикологов, определение содержания химических элементов в волосах – интегративный показатель в донозологической диагностике состояния здоровья человека, его адаптации к условиям проживания и обеспеченности микроэлементами [6]. В ходе исследования элементного статуса детей, проживающих в г. Минске, установлено: наличие дисбаланса содержания кальция в 75,9% случаев, при этом сниженное содержание встречалось с той же частотой, что и повышенный уровень кальция (38,4 и 37,5% случаев, соответственно) [10]. Почти у трети (28,7%) обследованных детей отмечалось снижение содержания калия в волосах. Частота случаев дисбаланса цинка у детей имела наименьший показатель (26,2% случаев) по сравнению с другими эссенциальными элементами. Исследование элементного состава волос в г. Гродно в 2013-2015 гг. выявило нарушения элементного состава волос – сниженном, относительно референтных величин, уровне кальция и цинка и повышенном накоплении хрома, кадмия и олова [11]. Вместе с тем анализ химических элементов у детей раннего возраста с целью выявления дисбаланса до сих пор не проводился.

С учетом вышеизложенного, постоянный мониторинг элементной обеспеченности детей с целью оптимизации методов ее коррекции – актуальный, современный, имеет важное научное и практическое значение. Впервые в Беларуси был использован метод исследования уровня микроэлементной обеспеченности методом атомно-эмиссионной спектроскопии с возбуждением излучения в индуктивно-связанной аргонной плазме у детей от 1 года до 4 лет.

**Цель исследования** – оценить элементную обеспеченность детей в возрасте от 1 года до 4 лет, постоянно проживающих в западном регионе Беларуси, г. Гродно.

#### **Материал и методы**

Нами обследованы 60 практически здоровых детей в возрасте от 1 года до 4 лет, постоянно проживающих в западном регионе Беларуси, г. Гродно. Исследование проводилось неинвазивным методом на базе Государственного учреждения образования «Дошкольный центр развития ребенка № 60 г. Гродно». Все дети по-

сещали ясельные группы данного учреждения для возраста от 1 года до 4 лет. В основу отбора детей был положен принцип многоцентрового рандомизированного исследования. Мальчиков в группе было 29, девочек – 31. Средний возраст детей составил  $3,31 \pm 1,69$  года. Клиническое обследование включало осмотр педиатром, анализ медицинской документации (форма № 026/у «Индивидуальная карта ребенка»), антропометрию по стандартной методике с помощью центильных таблиц (Ляликов С. А., 2000). В ДДУ было получено письменное информированное согласие родителей на проведение обследования.

По основным санитарным принципам рационального питания для детей от 1 года до 4 лет в детском дошкольном учреждении обследуемая группа получала по меню одинаковый рацион [3]. Для оценки пищевого рациона на дому и социально-бытовых особенностей было проведено анкетирование семей обследуемых детей. Анкета заполнялась родителями. Она содержала рекомендуемые для оценки минерального обмена вопросы о жилищно-бытовых условиях, источнике и количестве основных продуктов питания, приеме витаминно-минеральных комплексов. По результатам анкетирования из выборки исключались дети, получавшие накануне микроэлементы. Анализ анкетных данных не выявил принципиальной разницы в рационе домашнего питания, материальном положении и социально-бытовых условиях в семьях детей.

Для исследования обеспеченности детей биоэлементами нами использовались волосы. Преимущество исследования волос по сравнению с использованием других биосубстратов (кровь, моча) определяется тем, что этот метод относится к неинвазивным [10]. Уровень химических элементов в волосах не подвергается суточным колебаниям, связанным с текущим поступлением макроэлементов с пищей и водой, что наблюдается в крови и моче. Их содержание в волосах отражает ретроспективно их потребление в прошлом, соизмеримое со скоростью роста волос, что позволяет дать характеристику общего элементного статуса организма, формирующегося в течение значительного временного промежутка (месяцы, годы). Доказана взаимосвязь между концентрацией макроэлементов в волосах и содержанием в плазме крови и моче [10].

Исследование было проведено на базе отраслевой лаборатории по мониторингу пищевого (микронутриентного) статуса населения и разработки его коррекции с использованием функциональных продуктов и биологически активных добавок Института биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси. Метод исследования: масс-спектрометрия с возбуждением излучения в индуктивно-связанной аргонной плазме (АЭС-ИСП и МС-ИСП) на анализаторе масс-спектрометр Elan 9000, «Perkin Elmer», США. Определение микроэлементов в волосах проводили согласно Методическим указаниям МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03 Министерства здравоохранения РФ, 2003 [12]. В Республике Беларусь дан-

ный метод исследования у детей проводился впервые. Технологический регламент исследования: аналитическая чувствительность определения биоэлементов до 10-10%. Для получения пробы волосы состригали в 4-5 местах на затылке, и далее объединяли в пучок толщиной с тонкий карандаш. Волосы вкладывали в отдельный чистый конверт, подписывали все индивидуальные данные (ФИО, дата рождения, адрес проживания, рост, вес) и направляли для исследования в лабораторию, которая на основании физико-химического анализа представляла результаты содержания элементов в волосах. Определяли уровень 42 биоэлементов (мкг/г): Li (литий), B (бор), Mg (магний), Al (алюминий), Si (кремний), P (фосфор), S (сера), Ca (кальций), Sc (скандий), Ti (титан), V (ванадий), Cr (хром), Mn (марганец), Fe (железо), Co (кобальт), Cu (медь), Zn (цинк), Ga (галлий), Ge (германий), As (мышьяк), Se (селен), Br (бром), Rb (рубидий), Sr (стронций), Y (иттрий), Zr (цирконий), Mo (молибден), Pd (палладий), Ag (серебро), Cd (кадмий), Sn (олово), Sb (сурьма), I (йод), Ba (барий), La (лантан), Ce (церий), W (вольфрам), Au (золото), Hg (ртуть), Pb (свинец), Bi (висмут), U (уран).

При высокой точности результатов спектрометрических методов исследования волос до настоящего времени остается актуальной проблема их оценки в силу отсутствия единых общепринятых нормативов элементного состава данного биосубстрата для детей данного возраста. Рядом авторов показано, что содержание химических элементов в волосах детей, проживающих в разных регионах, значительно различается по составу, отклоняясь в разы от условных референтных величин [13, 14]. В связи с отсутствием референтных величин, полученных методом атомно-эмиссионной спектроскопии с возбуждением излучения в индуктивно-связанной аргоновой плазме для данной возрастной группы, для оценки полученных данных мы отдали предпочтение использованию медианы вместо среднего значения со стандартным отклонением. Эта информация дает количественную характеристику сравниваемых показателей преимущественно в диапазоне типичных значений, отражая изменения в конкретной группе исследуемых образцов. Таким образом, нами использовано отношение индивидуальных значений к величине медианы всей обследованной группы детей. Подходя к каждому ребенку индивидуально, можно сравнить данные результатов исследований, насколько каждый из показателей выше или ниже медианы.

Обработку полученных данных осуществляли в пакете статистических программ SPSS 13 for Windows с использованием параметрических и непараметрических методов исследования. Для описательной статистики использовались относительные и средние величины, процентильные интервалы, межгрупповые и внутригрупповые сравнения проводили с помощью U теста Манна-Уитни и Z теста Вилкоксона с предварительным определением распределения выборок по

Колмогорову-Смирнову. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Выявлены изменения биоэлементозного статуса у 49% обследованных детей по отношению к медиане значений (таблица).

**Таблица** – Концентрация и процентильное распределение биоэлементов в волосах у детей 1 года – 4 лет (мкг/г)

**Table** – Concentration and percentile distribution of bioelements in hair in children 1-4 years old ( $\mu\text{g/g}$ )

Биоэлемент	мкг/г		
	10% перцентиль	Медиана	90% перцентиль
Li	0,019	0,035	0,063
B	0,116	0,209	0,683
Mg	6,336	11,845	22,854
Al	3,547	6,258	15,573
Si	1,208	1,208	114,160
P	81,067	112,021	153,320
S	5,557	7,640	9,820
Ca	438,574	786,862	1420,613
Sc	0,058	0,145	0,164
Ti	0,853	1,147	1,995
V	0,025	0,042	0,078
Cr	2,889	4,314	5,343
Mn	0,231	0,386	0,675
Fe	162,859	196,610	345,182
Co	0,599	1,068	1,871
Cu	5,438	8,744	15,519
Zn	0,362	0,594	1,644
Ga	0,006	0,009	0,022
Ge	0,014	0,022	0,027
As	0,025	0,049	0,091
Se	0,426	1,409	1,765
Br	1,984	11,370	18,311
Rb	0,012	0,031	0,093
Sr	0,291	0,502	1,042
Y	0,002	0,003	0,007
Zr	0,073	0,197	0,742
Mo	0,078	0,125	0,286
Pd	0,003	0,014	0,022
Ag	0,057	0,736	3,137
Cd	0,010	0,030	0,062
Sn	0,133	0,256	0,533
Sb	0,031	0,051	0,088
I	1,797	2,631	6,588

Продолжение таблицы на стр. 551

Продолжение таблицы, начало на стр. 550

Ba	0,344	0,585	2,599
La	0,005	0,010	0,030
Ce	0,009	0,017	0,051
W	0,047	0,078	0,162
Au	0,004	0,014	0,040
Hg	0,049	0,117	0,257
Pb	0,395	0,948	2,310
Bi	0,012	0,024	0,074
U	0,002	0,004	0,017

Как видно из таблицы, медианы элементов Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Mo характеризуются относительно низкой вариативностью и могут быть использованы в оценке статуса эссенциальных микроэлементов. Указанные элементы дают относительно устойчивый сигнал при масс-спектрометрии.

Медиана уровня Mn в волосах детей составила 0,386 мкг/г, что в целом ниже средних значений у детей, по данным российских авторов (0,8 мкг/г) [14]. Каждый пятый ребенок имел недостаток этого микроэлемента. Медиана Fe в волосах составила 196,610 мкг/г, что оказалось намного выше среднего уровня у российских детей (24,31 мкг/г). Дефицит железа относительно медианы обнаружен у 16% детей. Уровень содержания в волосах Co (медиана) был в 10 раз выше (1,068 мкг/г) в сравнении с литературными данными его среднего содержания в волосах у российских детей (0,11 мкг/г). Однако дефицит этого микроэлемента по отношению к медиане выявлен у каждого третьего ребенка.

Недостаточное содержание в волосах меди было обнаружено у каждого пятого обследуемого ребенка. Его медиана оказалась ниже данных у российских детей практически в 2 раза. Самое большое число детей, по результатам наших исследований, имели дефицит цинка – около 40%. Медиана уровня Mo в волосах детей составила 0,081 мкг/г. Каждый четвертый ребенок имел недостаток этого микроэлемента. Для сравнительной характеристики нам не удалось найти среднее содержание в волосах у детей этого возраста цинка и молибдена у других авторов.

Таким образом, были выявлены выраженные изменения эссенциального элементного статуса в среднем у 23,6% обследованных детей. Каждый третий ребенок имел дефицит Zn и Co, каждый пятый – дефицит молибдена, марганца и меди, что согласуется с данными российских авторов [6, 10, 14].

Медиана уровня Ca в волосах детей составила 786,86 мкг/г, что в целом выше средних значений у детей по литературным данным [6, 10, 14]. Низкий уровень Ca выявлен у 11,7% детей. Удельный вес детей с высоким уровнем Ca составил 15%. Медиана P в волосах составила 112,02 мкг/г, что ниже уровня данных литературы. Дефицит P обнаружен у 8,3%, а избыток его

содержания у 5% детей. Существенные нарушения выявлены по содержанию S. Дефицит этого элемента имел каждый пятый ребенок, а избыток выявлен у 11,7% детей. Медиана S составила 7,64 мкг/г. Дефицит содержания Mg обнаружен у 10% детей, избыток – у 13,3%. Медиана этого элемента составила 11,81 мкг/г и была значительно ниже данных литературы [6, 10, 14].

Таким образом, установлен дисбаланс макроэлементного статуса, определяемый более низким средним уровнем S, P и Mg в волосах у детей и более высоким содержанием Ca в сравнении с литературными данными.

Тяжелые металлы – это медь, хром, цинк, молибден, марганец, свинец, кадмий, никель, мышьяк, ртуть, в очень малых количествах входят в состав биологически активных веществ, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности растений и человека [5, 6]. Во всех проанализированных образцах волос присутствуют в малых количествах медь, хром, цинк, молибден, марганец, свинец, кадмий, никель, мышьяк, ртуть. В целом избыток содержания токсических элементов был выявлен у 24,4% детей. Обнаружены повышенные значения Pb, Cd и Ni у 68% детей, а также субтоксические концентрации Al у 5,7% детей в сравнении с медианой. Наличие повышенного уровня этих элементов в организме может вносить свой существенный вклад в общий дисбаланс эссенциальных элементов. Однако оценить эти значения не представляется возможным в связи с отсутствием литературных данных определения их уровня данной методикой в волосах у детей этого возраста у других авторов.

### Заключение

Исследование содержания микро- и макроэлементов в волосах у городских детей в возрасте от 1 года до 4 лет включительно, проживающих в западном регионе Беларуси, г. Гродно, выявило выраженные изменения биоэлементного статуса (в среднем у 49% исследуемых). Установлен дефицит эссенциальных элементов в волосах в среднем у 23,6% обследованных детей и избыток содержания токсических элементов у 24,4% детей.

Установлен выраженный дисбаланс микроэлементного статуса, определяемый дефицитом селена (у 81,8%), цинка (38,2%), кобальта (32,1%), железа (14,0%), хрома (13,4%) и магния (у 75,6%), при избытке кальция (59,3%), марганца (30,7%), меди (23,8%).

У 68% детей выявлено высокое содержание в волосах свинца, кадмия и никеля, у каждого третьего – содержание алюминия на уровне обеспокоенности, у 5,7% – на критическом уровне.

Обследование детей в возрасте от 1 года до 4 лет в Республике Беларусь на обеспеченность микро- и макроэлементами в волосах современным методом масс-спектрометрии проведено впервые. Эти данные могут служить основой для эпидемиологического неинвазивного мониторинга состояния здоровья детей. Выявленные

отклонения содержания микро- и макроэлементов в волосах у детей данной возрастной группы могут свидетельствовать о недостаточной сбалансированности их питания и позволяют

сделать вывод о необходимости периодического мониторинга их элементозной обеспеченности данным методом.

### Литература

1. Нутрициология и клиническая диетология : национальное руководство / под ред. В. А. Тутельяна, Д. Б. Никитюка. – 2-е изд. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – С. 22-546.
2. Ловкис, З. В. Здоровое питание детей в Республике Беларусь: стратегия, качество и инновации / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2021. – Т. 14, № 2 (52). – С. 19-29. – doi: 10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-19-29. – edn: HQSMTO.
3. Современные аспекты питания детей раннего возраста / Г. В. Лундина, М. Н. Репецкая, Е. А. Торопова, В. В. Головина // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2018. – № 8. – С. 41-44. – edn: OPQITK.
4. Хоменко, О. И. Минеральные вещества и здоровье человека / О. И. Хоменко, А. Е. Хоменко. – Москва, 2018. – 17 с.
5. Major Limitations in Using Element Concentrations in Hair as Biomarkers of Exposure to Toxic and Essential Trace Elements in Children / H. Skröder, M. Kippler, B. Nermell [et al.] // *Environ Health Perspect.* – 2017. – Vol. 125, N 6. – Art. 067021. – doi: 10.1289/EHP1239.
6. Детков, В. Ю. Содержание химических элементов в волосах детей, проживающих в Санкт-Петербурге / В. Ю. Детков, А. В. Скальный // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2013. – № 4 (44). – С. 155-158. – edn: RPTIPP.
7. Возрастные особенности содержания эссенциальных и токсичных элементов в волосах часто болеющих детей / Л. Н. Исанкина, Ю. Н. Лобанова, В. П. Волок [и др.] // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2019. – Т. 22, № 8. – С. 44-52. – doi: 10.29296/25877313-2019-08-08. – edn: XDQNVV.
8. Яйленко, А. А. Роль макро- и микронутриентов в профилактике и коррекции когнитивных расстройств у детей / А. А. Яйленко // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 216-226. – edn: GUUMZO.
9. Evaluation of calcium and magnesium in scalp hair samples of population consuming different drinking water: risk of kidney stone / A. H. Panhwar, T. G. Kazi, H. I. Afridi [et al.] // *Biol Trace Elem Res.* – 2013. – Vol. 156, iss. 1-3. – P. 67-73. – doi: 10.1007/s12011-013-9850-1.
10. Инструкция по применению № 015-1112. Метод гигиенической оценки баланса химических элементов у детей : утв. М-вом здравоохранения Республики Беларусь 12.12.2012 / Гузик Е. О., Гресь Е. А., Романюк А. Г. [и др.]. – Минск, 2012. – 19 с.
11. Микроэлементный статус детей младшего дошкольного возраста, посещающих ДДУ / Е. Е. Онегин, Т. И. Ровбуть, А. Г. Мойсеенок [и др.] // Современное состояние здоровья детей : сборник материалов IV регион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Гродно, 14-15 апр. 2016 г. / под ред. Н. С. Парамоновой. – Гродно, 2016. – С. 187-190. – edn: EGANWW.
12. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой : методические указания / Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.
13. Абдырахманова, А. Т. Исследование возможности применения результатов химического анализа волос в медицине и экологии с учетом особенностей биогеохимических провинций : магистерская диссертация : 04.04.01 / Абдырахманова Айгул Токтосуновна ; Томский гос. ун-т. – Томск, 2021. – 65 с.
14. Скальный, А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС / А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 4, № 1. – С. 55-56. – edn: NRASCI.

### References

1. Tutelyan VA, Nikityuk DB, editors. *Nutriciologija i klinicheskaja dietologija*. Moscow: GEOTAR Media; 2022. p. 22-546. (Russian).
2. Lovkis ZV, Morgunova EM. Healthy nutrition of children in the Republic of Belarus: strategy, quality, innovations. *Food industry: science and technologies*. 2021;14(2):19-29. doi: 10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-19-29. edn: HQSMTO. (Russian).
3. Lundina GV, Repetskaya MN, Toropova EA, Golovina VV. Modern aspects of early infant nutrition. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2018;8:41-44 edn: OPQITK. (Russian).
4. Homenko OI, Homenko AE. *Mineralnye veshhestva i zdorove cheloveka*. Moskva; 2018. 17 p. (Russian).
5. Skröder H, Kippler M, Nermell B, Tofail F, Levi M, Rahman SM, Raqib R, Vahter M. Major Limitations in Using Element Concentrations in Hair as Biomarkers of Exposure to Toxic and Essential Trace Elements in Children. *Environ Health Perspect.* 2017;125(6):067021. doi: 10.1289/EHP1239.
6. Detkov, VYu, Skalny AV. The content of chemical elements in the hair of children living in Saint-Petersburg. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2013;4:155-158. edn: RPTIPP. (Russian).
7. Isankina LN, Lobanova YuN, Volok VP, Kulesh VI, Skalny AV. Age dependency of essential and toxic element levels in hair of frequently ill children. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2019;2(8):45-52. doi: 10.29296/25877313-2019-08-08. edn: XDQNVV. (Russian).
8. Yaylenko AA. Role of macro- and micronutrients in the prevention and correction of cognitive disorders in children. *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2020;19(1):216-226. edn: GUUMZO. (Russian).
9. Panhwar AH, Kazi TG, Afridi HI, Shaikh HR, Arain SA, Arain SS, Brahman KD. Evaluation of calcium and magnesium in scalp hair samples of population consuming different drinking water: risk of kidney stone. *Biol Trace Elem Res.* 2013;156(1-3):67-73. doi: 10.1007/s12011-013-9850-1.

10. Guzik EO, Gres EA, Romanjuk AG, Ivashkevich LS, Zajcev VA, Sokol VP, Kuhta TS, Bogdevich IM, Laptенок SA, inventors. Metod higienicheskoj ocenki balansa himicheskikh jelementov u detej. Instrukcija po primeneniju BY № 015-1112. 12.12.2012. Minsk; 2012. 19 p. (Russian).
11. Onegin EE, Roubuts TI, Moiseenok AG, Anufrik SS, Krupskaya TK. Mikrojelementnyj status detej mladshhego doskolnogo vozrasta, poseshhajushihh DDU. In: Paramonova NS, editor. *Sovremennoe sostojanie zdorovja detej*. Sbornik materialov IV regionalnoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem; 2016 Apr. 14-15, Grodno. Grodno: GrSMU; 2016. p. 187-190. edn: EGANWW. (Russian).
12. Federalnyj centr gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii. Opredelenie himicheskikh jelementov v biologicheskikh sredah i preparatah metodami atomno-jemissionnoj spektroskopii s induktivno-svjazannoj plazmoj i mass-spektrometrii s induktivno-svjazannoj plazmoj. Moskva: Federalnyj centr gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii; 2003. 56 p. (Russian).
13. Abdyrahmanova AT. Issledovanie vozmozhnosti primenija rezultatov himicheskogo analiza volos v medicine i jekologii s uchetom osobennostej biogeohimicheskikh provincij [master thesis]. Tomsk (Russian); 2021. 65 p.
14. Skalny AV. Reference values of chemical elements concentration in hair, obtained by means of ICP-AES method in ANO Centre for Biotic Medicine. *Trace Elements in Medicine*. 2003;4(1):55-56. edn: NRASCJ. (Russian).

## ASSESSMENT OF THE CHEMICAL ELEMENTS CONTENT IN THE HAIR OF 1 TO 4 YEARS OLD CHILDREN BY ATOMIC EMISSION SPECTROSCOPY METHOD

E. E. Onegin<sup>1</sup>, T. I. Roubuts<sup>2</sup>, Z. V. Motylevich<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Children's clinical city clinic in Grodno, Grodno, Belarus

<sup>2</sup>Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

<sup>3</sup>Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus

*Background.* Monitoring of the chemical elements sufficiency in younger preschoolers in order to optimize methods for its correction is of great scientific and practical significance.

*Objective.* To assess the chemical elements sufficiency in children aged 1 to 4 years, permanently residing in the western regions of Belarus, Grodno.

*Material and methods.* The questionnaire, clinical examination and elemental composition analysis of hair using atomic emission spectrometry was carried out in 60 children aged 1 to 4 who attend preschool educational institutions in Grodno.

*Results.* Disturbances in the elemental composition of hair in 49% of examined children have been revealed. Pronounced imbalance of microelement status was revealed: deficiency of selenium, zinc, cobalt, iron, chromium and magnesium, with an excess of calcium, manganese, copper, lead, cadmium and nickel.

*Conclusion.* The obtained data can be used for early detection of disturbances of chemical elements sufficiency in younger preschoolers and the development of preventive measures for its correction, which will contribute to reduction of overall morbidity.

**Keywords:** children, chemical elements, hair, sufficiency, imbalance.

**For citation:** Onegin EE, Roubuts TI, Motylevich ZV. Assessment of the chemical elements content in the hair of 1 to 4 years old children by atomic emission spectroscopy method. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2024;22(6):548-553. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-6-548-553>.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Financing.** The study was performed without external funding.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

**Conformity with the principles of ethics.** The study was approved by the local ethics committee.

**Об авторах / About the authors**

\*Онегин Евгений Евгеньевич / Onegin Evgeniy, e-mail: onegin@inbox.ru, ORCID: 0009-0001-1078-0632

Ровбутъ Татьяна Ивановна / Roubuts Tatsiana, ORCID: 0009-0009-2614-2326

Мотылевич Жанна Витальевна / Motylevich Zhanna, ORCID: 0009-0004-3311-9320

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 11.10.2024

Принята к публикации / Accepted for publication: 26.11.2024