

УДК 616.379-008.64-053.4:613.22
EDN: XIIBLB
<https://doi.org/10.15275/ssmj2003284>

Оригинальная статья

ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА

Т. А. Юнацкая¹, Д. В. Турчанинов¹, Н. Ю. Власенко¹, Е. А. Вильмс¹, Е. В. Щерба²

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск, Россия

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

FEATURES OF HEAR MICROELEMENT COMPOSITION IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS

T. A. Yunatskaya¹, D. V. Turchaninov¹, N. Yu. Vlasenko¹, E. A. Vilms¹, E. V. Shcherba²

¹Omsk State Medical University, Omsk, Russia

²Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

Для цитирования: Юнацкая Т. А., Турчанинов Д. В., Власенко Н. Ю., Вильмс Е. А., Щерба Е. В. Особенности микроэлементного состава волос у детей с сахарным диабетом 1-го типа. Саратовский научно-медицинский журнал. 2024; 20 (3): 284–289. EDN: XIIBLB. <https://doi.org/10.15275/ssmj2003284>.

Аннотация. Цель: оценка особенностей микроэлементного состава волос детей с сахарным диабетом 1-го типа (СД 1). *Материал и методы.* В исследовании приняли участие дети с СД 1 ($n=28$) и практически здоровые дети из группы сравнения ($n=56$) в возрасте 3–5 лет, проживающие в Омской области. Проведен анализ элементного состава волос методом атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой. *Результаты.* Установлены значимые отличия в количествах микроэлементов в волосах: более низкие значения бериллия ($p<0,001$), хрома ($p=0,003$), лития ($p=0,005$), ванадия ($p=0,005$), селена ($p=0,043$), и большие количества меди ($p=0,025$), фосфора ($p=0,001$) в волосах детей с СД 1 в сравнении с группой практически здоровых. В группе детей с СД 1 была меньше доля лиц с недостаточной обеспеченностью магнием ($p=0,003$), фосфором ($p=0,001$), медью ($p=0,001$). Степень выраженности нарушений минерального обмена (НМО) была меньше в группе детей с СД 1: 53,6% детей были отнесены к лицам, не имеющим НМО либо имеющим незначительные НМО. *Заключение.* Элементный состав волос детей с СД 1 характеризовался более высокими количествами фосфора и меди, более низким содержанием хрома, селена, бериллия, лития и ванадия. Доля детей с недостаточной обеспеченностью магнием, фосфором, медью была больше в группе сравнения. Степень НМО в группе детей с СД 1 была в целом меньше.

Ключевые слова: сахарный диабет 1-го типа, микроэлементы, питание, здоровье детей, Омская область

For citation: Yunatskaya TA, Turchaninov DV, Vlasenko NYu, Vilms EA, Shcherba EV. Features of hear microelement composition in children with type 1 diabetes mellitus. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2024; 20 (3): 284–289. (In Russ.) EDN: XIIBLB. <https://doi.org/10.15275/ssmj2003284>.

Abstract. *Objective:* Assessment of the characteristics of the microelement composition of the hair of children with type 1 diabetes mellitus (T1DM) to develop recommendations for diet correction. *Material and methods.* The study involved children with T1DM ($n=28$) and practically healthy children from the comparison group ($n=56$) aged 3–5 years living in the Omsk region. The elemental composition of hair was analyzed by atomic emission and mass spectrometry with inductively coupled argon plasma. The research materials were subjected to statistical processing using nonparametric criteria. *Results.* The elemental profile of hair of children with T1DM has been determined. Significant differences were found in the amounts of microelements in hair: lower values of beryllium ($p=0.0001$), chromium ($p=0.003$), lithium ($p=0.005$), vanadium ($p=0.005$), selenium ($p=0.043$), and large amounts of cuprum ($p=0.025$), phosphorus ($p=0.001$) in the hair of children with diabetes in comparison with the group of practically healthy ones. In the group of children with T1DM, there was a smaller proportion of people with insufficient magnesium ($p=0.003$), phosphorus ($p=0.001$), and cuprum ($p=0.001$). The severity of mineral metabolism disorders (MMD) was less in the group of children with T1DM: 53.6% of children were classified as having no MMD or having minor MMD. *Conclusions.* The elemental composition of the hair of children with T1DM was characterized by higher amounts of phosphorus and cuprum, lower content of chromium, selenium, beryllium, lithium and vanadium. The proportion of children with insufficient supply of magnesium, phosphorus, cuprum was higher in the comparison group. The degree of MMD in the group of children with T1DM was generally less.

Keywords: type 1 diabetes mellitus, microelements, nutrition, children's health, Omsk region

Введение. Сахарный диабет 1-го типа (СД 1) является одним из наиболее распространенных эндокринных заболеваний в детском возрасте, и оно демонстрирует тенденцию к росту во всем мире. Несмотря на достижения в изучении патогенеза заболевания, совершенствование методов лечения, в его этиологии, подходах к терапии и профилактике остается много неизвестного. Достаточно часто не удается достичь адекватного гликемического контроля, особенно у детей. Все еще не найдены возможности предотвратить или замедлить развитие СД 1, число больных детей продолжает расти [1].

Раннее начало заболевания, недостаточный контроль гликемии приводят к развитию оксидативного стресса и появлению угрожающих жизни осложнений [2].

Микроэлементы — вещества, которые присутствуют в человеческом организме в небольших количествах, но при этом выполняют ряд важнейших биохимических функций. Уровни обеспеченности микроэлементами значительно отличаются в разных группах населения в зависимости от состава рациона пищи. Избыток или недостаток микроэлементов могут приводить к нарушению гомеостаза глюкозы и резистентности к инсулину [3, 4], изменять метаболизм инсулина [5].

Такие элементы, как кадмий, мышьяк, кобальт, ртуть, марганец и свинец способны нарушать работу эндокринной системы [6]. Содержание металлов в организме может существенно влиять на течение СД 1 и степень контроля гликемии [7].

Исследования элементного состава волос известны с середины XIX в., а со второй половины XX в. в научных работах есть упоминания о том, что минеральный состав волос может отражать наличие микроэлементов в организме человека. Несмотря на то, что состав волос подвержен влиянию внешних загрязнений, а информация о референсных значениях элементов в волосах весьма разнится, метод находит все более широкое применение в разных областях, в том числе в клинических исследованиях, при изучении пищевого статуса [8]. Преимущество элементного анализа волос перед другими лабораторными методами (помимо неинвазивности процедуры) — возможность оценить элементный статус не только на данный момент, но и за предшествующие время (1–3 мес). Изучение особенностей элементного статуса различных групп населения при разной патологии может являться одним из способов установления предикторов осложнений течения заболевания, обоснования профилактических мероприятий, что определило актуальность настоящего исследования.

Цель — оценка особенностей элементного состава волос детей с СД 1.

Материал и методы. Проведено наблюдательное исследование типа «случай — контроль». Основная группа была представлена 28 детьми 3–5 лет с СД 1, из них 22 мальчика и 6 девочек. Группу сравнения составили 56 условно здоровых ребенка, из них 39 мальчиков и 17 девочек (значимых межгрупповых отличий по полу не было; $p=0,786$). Все дети являлись жителями Омской области. Доля городских

жителей составила в среднем 72,1% и была сопоставимой в группах сравнения ($p=0,254$).

В число участников основной группы исследования включены пациенты, поступавшие на лечение в связи с СД 1 в БУЗОО «Областная детская клиническая больница» (г. Омск) в период с февраля по июнь 2021 г., родители которых дали добровольное информированное согласие на участие детей в исследовании и обработку персональных данных. Средний стаж диабета у пациентов составил 20 мес (95% доверительный интервал 9,00±34,5); 86,0±5,3% детей были отнесены в группу не достигших целевых значений, 14% — дети, достигшие целевых значений гликемии. Группу сравнения составили здоровые дети определенного пола и возраста, пришедшие на профилактический прием к педиатру в поликлинику. Средний возраст пациентов составил 4,1 года (95% доверительный интервал 3,83±4,45), группы по возрасту статистически значимо не отличались ($p=0,264$). Один из фрагментов настоящего исследования, связанный с оценкой фактического питания участников, приведен в публикации [9].

Предмет исследования — содержание минеральных элементов в волосах больных СД 1 и детей в группе сравнения. Дети в обеих группах получали в течение предшествующего месяца только домашнее питание (не посещали детский сад), не принимали каких-либо витаминно-минеральных комплексов. Сбор материала (волос) проводился с затылочной части головы специально обученным сотрудником (медицинским работником), при поступлении в стационар (в 1-е сутки) либо при обращении в поликлинику (для группы сравнения).

Содержание 25 макро- и микроэлементов (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) в волосах изучали с помощью метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва). Полученные результаты сравнивали с референсными значениями, которые были представлены лабораторией, включая степень нарушения минерального обмена (НМО).

Биометрический анализ проведен с использованием возможностей программного средства Statistica 6. В частности, проводили проверку нормальности распределения (использованы критерии Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилка). В описательной статистике приведены медианы (Me), значения интерквартильного размаха ($Q25\%;Q75\%$) количественных признаков. Сравнение количественных данных в группах осуществляли с помощью U -критерия Манна — Уитни. Удельный вес лиц той или иной подгруппы выражали в процентах, рассчитаны стандартные ошибки показателя. Для межгруппового сравнения доли детей с недостаточной обеспеченностью биоэлементами использован метод углового преобразования Фишера (угол ϕ). Для сравнения групп по структуре НМО использовали информационную статистику Кульбака. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимался равным 0,05.

Результаты. Полученные количества минеральных веществ в волосах и наличие отличий в группах

Уровни макро- и микроэлементов в волосах у детей с сахарным диабетом 1-го типа и детей группы сравнения, мкг/г

Показатель	Содержание элементов в волосах в группах детей						p
	с СД 1			сравнения			
	Me	Q25%	Q75%	Me	Q25%	Q75%	
Макроэлементы							
Кальций	238,0	205,8	322,0	224,0	170,3	300,9	0,309
Магний	21,1	18,4	28,0	17,7	12,2	24,9	0,063
Калий	430,0	200,0	654,5	396,0	164,5	724,6	0,524
Натрий	284,5	175,0	787,3	354,0	189,0	787,3	0,512
Фосфор	142,5	137,3	145,3	130,7	112,4	143,0	0,001
Эссенциальные микроэлементы							
Кобальт	0,012	0,010	0,016	0,012	0,009	0,022	0,300
Хром	0,12	0,10	0,21	0,36	0,12	0,49	0,003
Медь	9,7	8,9	10,5	8,9	8,4	10,1	0,025
Железо	9,6	7,4	16,5	12,4	8,9	17,6	0,146
Йод	0,88	0,69	1,07	0,83	0,37	1,09	0,702
Марганец	0,52	0,30	0,63	0,46	0,21	0,59	0,247
Селен	0,47	0,44	0,52	0,51	0,45	0,59	0,043
Кремний	19,6	19,3	25,3	19,5	15,2	25,7	0,575
Цинк	112,5	84,2	159,0	102,4	65,4	131,7	0,208
Условно эссенциальные и токсичные микроэлементы							
Алюминий	9,2	6,8	12,8	8,1	5,6	10,5	0,382
Мышьяк	0,05	0,04	0,07	0,06	0,05	0,08	0,347
Бор	6,4	1,0	11,6	1,8	0,8	6,7	0,096
Бериллий	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,003	0,001
Кадмий	0,04	0,03	0,08	0,04	0,03	0,08	0,951
Ртуть	0,16	0,10	0,23	0,17	0,09	0,25	0,966
Литий	0,019	0,013	0,026	0,028	0,019	0,042	0,005
Никель	0,16	0,15	0,31	0,20	0,14	0,31	0,914
Свинец	1,30	0,61	2,04	1,04	0,61	1,91	0,447
Олово	0,24	0,10	0,44	0,22	0,11	0,41	0,718
Ванадий	0,038	0,019	0,047	0,056	0,035	0,083	0,005

представлены в таблице. Удельный вес детей с недостаточной обеспеченностью макроэлементами и эссенциальными микроэлементами в каждой группе представлен на рис. 1.

Среди макроэлементов отличия в группах сравнения отмечены только по содержанию фосфора ($p=0,001$), его было больше в волосах детей с СД 1. При этом среди детей групп сравнения отмечены случаи пониженного содержания кальция, магния, калия (а в группе детей без СД 1 — еще и фосфора). У детей с СД 1 не было случаев недостаточной обеспеченности натрием и фосфором, в группе сравнения повышенные уровни натрия отмечены в 5,4% случаев. При анализе макроэлементов наиболее часто встречалась недостаточная обеспеченность кальцием (доля детей в обеих группах с концентрацией ниже референсных значений составила: 32,1% у детей с СД 1 и 41,1% в группе детей без СД; $p=0,450$). Доля детей с недостаточной обеспеченностью магнием была значительно больше в группе сравнения (33,9% против 10,7% в группе детей с СД 1; $p=0,006$).

Среди группы эссенциальных микронутриентов отмечены более низкие концентрации в волосах детей с СД 1 хрома ($p=0,003$) и селена ($p=0,043$) и более высокие — меди ($p=0,025$). Значения ниже референсных по содержанию кобальта, меди, железа, марганца, цинка отмечались у ряда детей в обеих группах, а в группе сравнения — также по содержанию йода и кремния. Приоритетным эссенциальным микронутриентом для группы сравнения признана медь, группы отличались по доле детей с нехваткой этого элемента, в группе без СД 46,4% детей имели значения меди ниже референсных, тогда как в группе детей с СД 1 таких было только 14,3% ($p=0,001$). Приоритетным для коррекции в группе детей с СД 1 было железо, 25% детей имели обеспеченность ниже референсных значений.

В группе условно эссенциальных и токсичных микроэлементов зарегистрировано более низкое содержание в волосах детей с СД 1, чем в группе сравнения, бериллия ($p=0,001$), ванадия ($p=0,005$) и лития ($p=0,005$). Среди детей с СД 1 не было случаев превышения референсов в данной группе элементов,

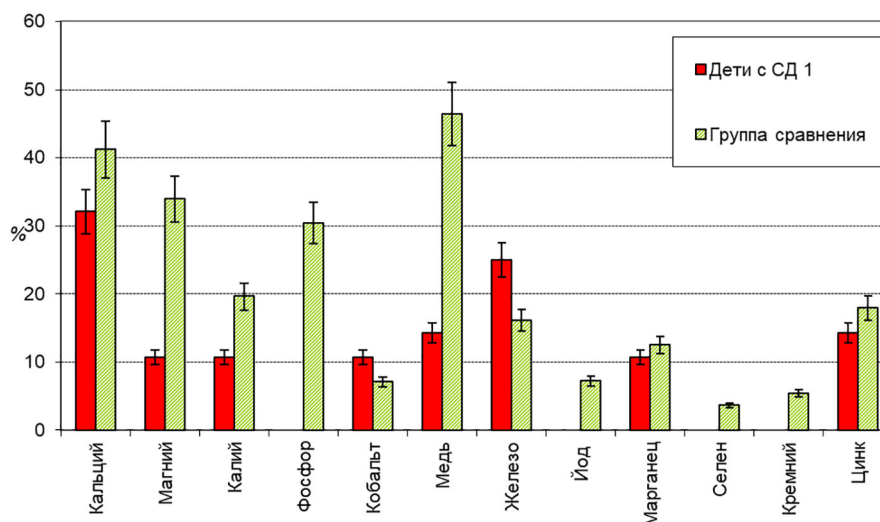


Рис. 1. Удельный вес детей с недостаточной обеспеченностью макроэлементами и эссенциальными микроэлементами, %

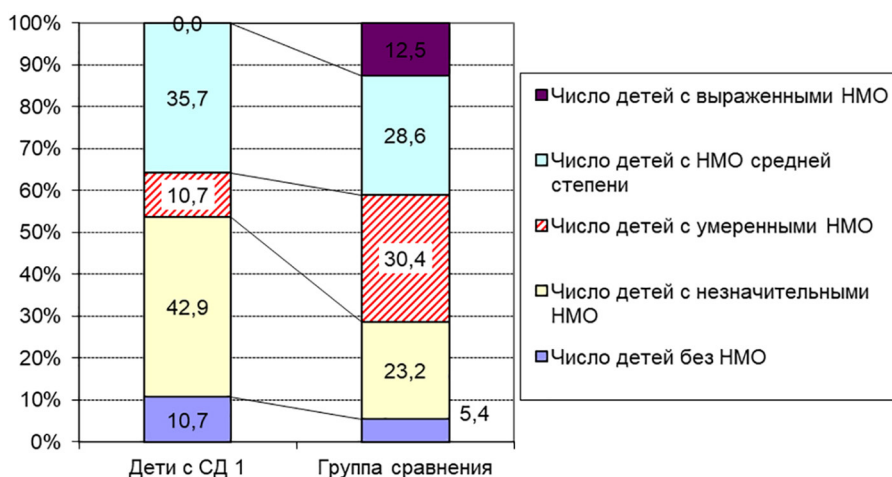


Рис. 2. Структура детей по обеспеченности минеральными веществами, %

за исключением бора (у 57,1% детей с СД 1 отмечено его превышение). В группе сравнения встречались редкие случаи превышения референсных значений содержания кадмия, лития, свинца, ванадия, а доля детей с увеличенным содержанием бора в волосах составила 30,4% ($p=0,018$ в сравнении с основной группой).

Проведено сравнение групп по степени НМО (степень отклонения указывалась в заключении лаборатории). Распределение детей в группах по степени НМО представлено на рис. 2. Группы отличались по оценке степени НМО ($p=0,041$). В группе с СД 1 не было детей с выраженными НМО, тогда как в группе сравнения их было 12,5%. Больше всего в группе с СД 1 было детей, имеющих незначительные НМО (42,9%), в группе сравнения таких было только 23,2%. Наиболее многочисленной группой среди детей группы сравнения были дети, отнесенные к имеющим умеренные НМО (30,4%).

Обсуждение. Состав и соотношение элементов в теле человека напрямую связаны с особенностями элементного состава окружающей среды в месте обитания, а также с особенностями фактического питания. Заболевания способны изменять количество

биоэлементов в организме и наоборот: недостаточная обеспеченность биоэлементами или избыток токсичных элементов могут приводить к заболеванию либо утяжелять его течение, способствовать развитию осложнений [7]. Дети из групп сравнения в настоящем исследовании не отличались по основным характеристикам, за исключением наличия заболевания — СД 1. Следовательно, выявленные отличия элементного состава волос у детей с СД 1 могут быть следствием болезни, измененного обмена веществ. Известно, что заболевание СД может приводить к изменению содержания элементов в организме, установлено участие ряда элементов в патогенезе и прогрессировании СД [10].

Коррекция рациона является компонентом лечения при СД и имеет особенности. Питание детей с СД 1 отличается от питания детей без данного диагноза по количеству нутриентов, в том числе макро- и микроэлементов [9]. Следовательно, особенности элементного состава волос детей могут быть связаны и с особенностями фактического питания.

Информация об обеспеченности биоэлементами больных СД 1 в исследованиях противоречива, но часто выявляется дефицит цинка, хрома,

магния, селена, избыток меди [11–13], что согласуется с результатами нашего исследования и объясняется наличием окислительного стресса при данной патологии.

Большое количество фосфора в волосах у детей с СД 1 в нашем исследовании можно объяснить особенностями питания. Фосфор содержится в продуктах, богатых белком, а потребление белка детьми данной группы высокое, и оно превышает таковое детьми без СД 1 [9, 14]. Повышенные уровни бора у детей с СД 1 могут быть связаны как со структурой рациона, так и с региональными особенностями химического состава продуктов питания (поскольку и среди детей группы сравнения была велика доля детей с повышенным уровнем этого вещества в волосах, хотя и не так, как у детей с СД 1). Элемент бор характерен для продуктов растительного происхождения — овощей, фруктов, орехов, но также в небольших количествах находится в мясе, рыбе, яйцах и молоке. По данным собственных исследований [9] и научных изысканий других авторов [15], потребление овощей и фруктов пациентами с СД 1 значительно превосходит их потребление лицами без СД 1.

Вызывает интерес отсутствие нехватки йода в волосах детей из групп сравнения. Омская область относится к регионам с установленным дефицитом йода в окружающей среде, и можно было бы предположить низкие концентрации этого элемента в волосах детей. Среди детей с СД 1 уровни йода находились в пределах референсных значений, а в группе сравнения детей с нехваткой йода было только 7,2%. Подобный результат можно объяснить неспецифичностью волос как субстрата для анализа на содержание йода [16], а также юным возрастом участников исследования и высокой осведомленностью населения Омской области о наличии дефицита йода.

Степень НМО была меньше в группе детей с СД 1 (53,6% детей были без НМО либо с незначительными НМО), в группе сравнения таких детей было 28,6%. Лучший результат может быть объяснен малой длительностью течения СД, вниманием родителей к питанию детей при установлении этого диагноза.

Заключение. Проведенное исследование позволило установить особенности элементного состава волос детей с СД 1, который характеризовался более высокими количествами фосфора и меди, более низкими — хрома, селена, бериллия, лития и ванадия. Доля детей с недостаточной обеспеченностью магнием, фосфором, медью была больше в группе сравнения. Степень НМО в группе детей с СД 1 была в целом меньше.

Выявленные отличия могут быть объяснены более пристальным вниманием родителей к структуре и организации питания больного ребенка. Фактор питания при СД 1 является компонентом терапии, тщательное следование родителями всем диетическим рекомендациям представляется закономерным. Помимо особенностей структуры питания, выявленные отличия по ряду элементов могут быть связаны с изменением метаболизма в связи с основным заболеванием. Полученные результаты необходимо учитывать при проведении консультирования родителей по вопросам питания детей с СД 1, построении ежедневного рациона, использовать при разработке и проведении профилактических мероприятий. К ограничению настоящего исследования следует отнести малое количество участников,

а также необходимость проведения дальнейших дополнительных исследований.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов: отсутствует.

Источник 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».

References (Список источников)

- Chiang JL, Maahs DM, Garvey KC, et al. Type 1 diabetes in children and adolescents: A position statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2018; 41 (9): 2026–44. DOI: 10.2337/dci18-0023
- Levrán N, Levek N, Sher B, et al. The impact of a low-carbohydrate diet on micronutrient intake and status in adolescents with type 1 diabetes. *Nutrients*. 2023; 15 (6): 14–8. DOI: 10.3390/nu15061418
- Uğurlu V, Binay C, Şimşek E, Bal C. Cellular trace element changes in type 1 diabetes patients. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2016; 8 (2): 180–6. DOI: 10.4274/jcrpe.2449
- Arpaci A, Ecevit H, Onderci M, et al. Trace element and lipid profile in patients with type II diabetes mellitus. *Ultras Med J*. 2020; 6 (2): 59–66. DOI: 10.5455/umj.20200305101734
- Sun W, Yang J, Wang W, et al. The beneficial effects of Zn on Akt-mediated insulin and cell survival signaling pathways in diabetes. *J Trace Elements Med Boil*. 2018; 46: 117–27. DOI: 10.1016/j.jtemb.2017.12.005
- Unsal V, Dalkiran T, Çiçek M, Köllükçü E. The role of natural antioxidants against reactive oxygen species produced by cadmium toxicity: A review. *Adv Pharm Bull*. 2020; 10 (2): 184–202. DOI: 10.34172/apb.2020.023
- Salmonowicz B, Krzystek-Korpacka M, Noczyńska A. Trace elements, magnesium, and the efficacy of antioxidant systems in children with type 1 diabetes mellitus and in their siblings. *Adv Clin Exp Med*. 2014; 23 (2): 259–68. DOI: 10.17219/acem/37074
- Goullé JP, Saussereau E, Mahieu L, Guerbet M. Current role of ICP-MS in clinical toxicology and forensic toxicology: A metallic profile. *Bioanalysis*. 2014; 6 (17): 2245–59. DOI: 10.4155/bio.14.190
- Yunatskaya TA, Turchaninov DV, Vlasenko NYu, et al. Dietary patterns of preschool children with type I diabetes. *Pacific Medical Journal*. 2023; 2 (92): 41–7. (In Russ.) Юнацкая Т.А., Турчанинов Д.В., Власенко Н.Ю. и др. Особенности структуры питания детей дошкольного возраста с сахарным диабетом 1-го типа. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2023; 2 (92): 41–7. DOI: 10.34215/1609-1175-2023-2-41-47
- Alghobashy AA, Alkholy UM, Talat MA, et al. Trace elements and oxidative stress in children with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2018; 11: 85–92. DOI: 10.2147/DMSO.S157348
- Dubey P, Thakur V, Chattopadhyay M. Role of minerals and trace elements in diabetes and insulin resistance. *Nutrients*. 2020; 12 (6): 1864. DOI: 10.3390/nu12061864
- Rychert-Stos M, Walczak M, Horodnicka-Jozwa A, et al. Do trace elements influence the course of newly diagnosed type 1 diabetes mellitus? *Neuro Endocrinol Lett*. 2022; 43 (5): 247–56. DOI: 10.3390/nu15092084
- Ganesh R, Meenakshi B. Serum zinc and copper levels in children with type 1 diabetes mellitus. *Indian J Pediatr*. 2023; 90 (10): 1052. DOI: 10.1007/s12098-023-04725-3
- Powers MA, Gal RL, Connor CG, et al. Eating patterns and food intake of persons with type 1 diabetes within the T1D exchange. *Diabetes Res Clin Pract*. 2018; 141: 217–28. DOI: 10.1016/j.diabres.2018.05.011
- Granado-Casas M, Alcubierre N, Martín M, et al. Improved adherence to Mediterranean Diet in adults with type 1 diabetes mellitus. *Eur J Nutr*. 2019; 58 (6): 2271–9. DOI: 10.1007/s00394-018-1777-z
- Pozebon D, Scheffler GL, Dressler VL. Elemental hair analysis: A review of procedures and applications. *Anal Chim Acta*. 2017; 992: 1–23. DOI: 10.1016/j.aca.2017.09.017

Статья поступила в редакцию 27.11.2023; одобрена после рецензирования 18.12.2023; принята к публикации 09.07.2024.
The article was submitted 27.11.2023; approved after reviewing 18.12.2023; accepted for publication 09.07.2024.

Информация об авторах:

Татьяна Алексеевна Юнацкая — доцент кафедры гигиены, питания человека, кандидат медицинских наук, yunatskaya@inbox.ru, ORCID 0000-0002-1787-0550; **Денис Владимирович Турчанинов** — заведующий кафедрой гигиены, питания человека, профессор, доктор медицинских наук, omskgsen@yandex.ru, ORCID 0000-0002-6298-4872; **Наталья Юрьевна Власенко** — заведующая кафедрой педиатрии дополнительного профессионального образования, доцент, кандидат медицинских наук, vlaso@mail.ru; ORCID 0000-0001-5669-1718; **Елена Анатольевна Вильмс** — доцент кафедры эпидемиологии, доцент, кандидат медицинских наук, wilms26@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0263-044X; **Елена Викторовна Щерба** — доцент кафедры общей гигиены, кандидат медицинских наук, shcherba.elena.gpmu@gmail.com, ORCID 0000-0002-8199-6289.

Information about the authors:

Tatyana A. Yunatskaya — Assistant Professor of the Department of Hygiene, Human Nutrition, PhD, yunatskaya@inbox.ru, ORCID 0000-0002-1787-0550; **Denis V. Turchaninov** — Head of the Department of Hygiene, Human Nutrition, Professor, DSc, omskgsen@yandex.ru, ORCID 0000-0002-6298-4872; **Natalya Yu. Vlasenko** — Head of the Department of Pediatrics of Additional Professional Education, Associate Professor, PhD, vlaso@mail.ru, ORCID 0000-0001-5669-1718; **Elena A. Vilms** — Assistant Professor of the Department of Epidemiology, Associate Professor, PhD, wilms26@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0263-044X; **Elena V. Shcherba** — Assistant Professor of the Department of General Hygiene, PhD, shcherba.elena.gpmu@gmail.com, ORCID 0000-0002-8199-6289.