

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**ПРОЯВЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ  
У ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ НУТРИТИВНЫМ СТАТУСОМ**

**Н.В. Болотова<sup>1</sup>, А.А. Скальный<sup>2\*</sup>, Н.Ю. Филина<sup>1</sup>, К.А. Чередникова<sup>1</sup>,  
М.С. Курдиян<sup>1</sup>, О.А. Логачева<sup>1</sup>, И.А. Бочкарев<sup>1</sup>, Е.Е. Сухушина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Саратовский государственный медицинский университет  
им. В.И. Разумовского Минздрава России,

Российская Федерация, 410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,  
Научно-исследовательский институт молекулярной и клеточной медицины,  
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

**РЕЗЮМЕ.** В современной диетологии и нутрициологии детского возраста особая роль отводится изучению отклонений элементного гомеостаза как одному из этиологических факторов нарушения нутритивного статуса у детей и подростков. Высокий процент распространенности расстройства питания в детской популяции диктует необходимость исследования одного из предрасполагающих факторов нарушения метаболизма – микроэлементного состава. Цель работы – оценка особенностей минералограммы у детей с различным нутритивным статусом. Обследованы 60 детей (мальчики, девочки) в возрасте от 8 до 15 лет: из них в группу 1 вошло 20 детей с избытком массы тела, в группу 2 – 20 детей с дефицитом массы тела, в группу сравнения – 20 детей с нормальной массой тела и незначительными функциональными нарушениями здоровья. В процессе исследования выявлен спектр микроэлементозов у детей с избытком и дефицитом массы тела, полученные данные соотнесены с данными минералограммы здоровых детей того же возраста и пола. По результатам обследования в группе детей с ожирением были получены эссенциальные полидефициты по уровню йода 50% (10), калия 40% (8) и марганца 40% (8). У пациентов с белково-энергетической недостаточностью отмечен дефицит йода 50% (10), калия 40% (8), натрия 40% (8) и марганца 30% (6), а также высокая степень накопления токсических элементов: алюминия, бария и галлия 10% (2). Пациенты группы сравнения имели сходный спектр дефицита эссенциальных микроэлементов, однако степень дефицита была несколько ниже, чем у пациентов с нарушением нутритивного статуса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** микроэлементы, минералограмма, ожирение, гипотрофия, дети, подростки.

**ВВЕДЕНИЕ**

Рациональное питание является одним из важных факторов, оказывающих влияние на физическое, психомоторное и интеллектуальное развитие детей в любом возрасте (Бутаев и др., 2016; Жиемурадова, 2019). Несбалансированный рацион, избыток или недостаток основных нутриентов в питании оказывает негативное влияние на созревание основных морфофункциональных систем организма (Шакирова, 2021), приводит к нарушению процессов метаболизма, снижает устойчивость организма к действию инфекционных агентов и других неблагоприятных факторов внешней среды (Антонов и др., 2004; Бутаев и др., 2016). В настоящее время большое значение придается изучению нарушений элементного гомеостаза как причины расстройства основного

обмена и метаболизма у детей (Антонов и др., 2004; Жиемурадова, 2019). В связи с этим актуальность микроэлементозов – заболеваний, связанных с избытком, дефицитом или дисбалансом макро- и микроэлементов в организме, постоянно возрастает (Тармаева и др., 2015; Тармаева и др., 2018).

По современным представлениям, микроэлементоз должен рассматриваться как типовой патологический процесс, вызывающий структурно-функциональную перестройку биосистемы независимо от природы его возникновения (Дощенко, Марсянова, 2022). Любые качественные или количественные нарушения питания, приводящие к микроэлементозу, должны иметь сходную клиническую картину. Однако компенсаторные реакции, вызванные микроэлементозом,

\* Адрес для переписки:

Скальный Андрей Анатольевич

E-mail: skalny.pfur@yandex.ru

часто могут наслаиваться и искажать картину основного заболевания, создавая «нозологические маски» и усложняя процесс диагностики (Горшков и др., 2021).

Цель исследования – оценить особенности минералограммы у детей с различным нутритивным статусом.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено клинико-лабораторное обследование 60 детей (мальчики и девочки в возрасте 8–15 лет), проживающих в г. Саратове. Из них в группу 1 вошло 20 детей с избытком массы тела, в группу 2 – 20 детей с дефицитом массы тела, в группу сравнения – 20 детей с нормальной массой тела и незначительными функциональными нарушениями здоровья. Все пациенты (с 15 лет) или их законные представители (для детей до 15 лет) подписывали письменное информированное согласие для участия в исследовании.

В ходе обследования оценивали показатели физического развития: коэффициент стандартного отклонения (SDS роста) для данного хронологического возраста и пола, показатель индекса массы тела (ИМТ) и SDS ИМТ с помощью программы «Auxology» (Munich Auxology Project, Kromeyer-Hauschild et al., 2001). Половое развитие пациентов оценивали в соответствии со шкалой Таннера (1968). Лабораторная диагностика включала в себя проведение биохимического анализа крови с оценкой показателей жирового обмена (уровень общего холестерина, ЛПВП, ЛПНП, триглицеридов, коэффициента атерогенности) и белкового обмена (общий белок, альбумины, креатинин). Исследование проводило ферментативным методом с использованием реактивов «Новохол» (Россия) на автоанализаторе «FP-901» (Финляндия).

Углеводный обмен оценивали по уровню глюкозы натощак с помощью биохимического анализатора StatFax 1904 Plus, Awareness Technology (США). Уровень иммунореактивного инсулина (ИРИ) сыворотки крови определяли натощак методом иммунохемилюминесценции на аппарате IMMULITE 2000 XPi («Siemens», Германия). Значения уровня ИРИ сравнивали с нормальными показателями в зависимости от возраста (Cederholm, Wibell, 1990). Чувствительность периферических тканей к инсулину устанавливали с помощью гомеостатической модели НОМА.

Всем детям проведена минералограмма методом спектрального анализа волос – методика

доктора А.В. Скального (рег. № 2471 в РАО). Определяли 40 основных элементов: алюминий (Al), барий (Ba), бериллий (Be), бор (B), ванадий (V), висмут (Bi), вольфрам (W), галлий (Ga), германий (Ge), железо (Fe), золото (Au), йод I, калий (K), кадмий (Cd), кальций (Ca), кобальт (Co), кремний (Si), лантан (La), литий (Li), магний (Mg), марганец (Mn), медь (Cu), молибден (Mo), мышьяк (As), натрий (Na), никель (Ni), олово (Sn), платина (Pt), ртуть (Hg), рубидий (Rb), свинец (Pb), селен (Se), серебро (Ag), стронций (Sr), сурьма (Sb), таллий (Tl), фосфор (P), хром (Cr), цинк (Zn), цирконий (Zr). Исследование выполняли с использованием масс-спектрометра MS-ИСП Elan 9000 (США).

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакетов программ XL Statistics version 7.0 (Rodney Carr, Австралия, 1998) и Microsoft Excel, 2010. Размер выборки заранее не рассчитывали. Осуществляли проверку нормальности признаков и их соответствие гауссову распределению по критериям Шапиро–Уилка и  $\chi^2$ . В связи с тем, что большая часть изучаемых показателей не имела нормального распределения, все данные были представлены в виде медианы (Me) с указанием величин 1-го и 3-го квартилей ([Q1; Q3]), соответствующих 25-му и 75-му перцентилям. Использовали методы непараметрической статистики с учетом характера распределения вариант. Для оценки наличия статистически значимых отличий между количественными признаками двух независимых групп применяли критерий Манна–Уитни, трех и более независимых групп – критерий Крускала–Уоллиса.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке клинических данных все три группы пациентов были сопоставимы по возрасту, полу и стадии полового развития (табл. 1).

Показатели роста также не имели достоверных отличий между группами ( $p < 0,05$ ). Так, медиана SDS роста у пациентов с избытком массы тела составила 1,8 [–0,2; 2,1], у детей с дефицитом массы тела – 0,14 [–1,23; 1,46], а в группе сравнения – 0,55 [0,19; 1,3].

При оценке параметров массы тела пациентов в группе 1 у 50% (10) детей выявлено ожирение первой степени, у 25% (5) ожирение второй степени и у 25% (5) – третьей степени. Среди пациентов в группе с дефицитом массы тела у 50% (10) выявлена белково-энергетическая недостаточность (БЭН) первой степени, у 40% (8) –

среднетяжелая степень БЭН и у 10% (2) тяжелая степень дефицита питания. В группе сравнения медиана SDS ИМТ пациентов составила  $-0,04$   $[-0,3; 0,94]$ , что соответствовало физиологичным значениям.

Лабораторные показатели метаболического статуса у пациентов групп 1 и 2 соответствовали

клинической картине основного заболевания. Так, в группе пациентов с избытком массы тела у 40% (8) детей была выявлена гиперхолестеринемия, у 15% (3) – дислипидемия. Более чем у половины пациентов отмечалась различная степень инсулинорезистентности по результатам подсчета индекса НОМА.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов исследуемых групп, Ме [Q1; Q3]

| Исследуемый показатель                               | Основная группа 1<br>(n = 20) | Основная группа 2<br>(n = 20) | Группа сравнения<br>(n = 20) |
|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Возраст пациентов                                    | 11 [8,5; 13,75]               | 10,5 [8; 12,25]               | 13 [8,5; 15,5]               |
| Соотношение полов мальчики/девочки (%/%)             | 40/60                         | 50/50                         | 50/50                        |
| <i>Стадия пубертата по шкале Таннера (абс./отн.)</i> |                               |                               |                              |
| 1  | 25 (5)                        | 30 (6)                        | 25 (5)                       |
| 2  | 25 (5)                        | 35 (7)                        | 15 (3)                       |
| 3  | 20 (4)                        | 10 (2)                        | 35 (7)                       |
| 4  | 30 (6)                        | 25 (5)                        | 25 (5)                       |
| 5  | 0                             | 0                             | 0                            |

Таблица 2. Характеристика биохимических показателей крови пациентов исследуемых групп, Ме [Q1; Q3]

| Показатель          | Основная группа 1<br>(n = 20) | Основная группа 2<br>(n = 20) | Группа сравнения<br>(n=20) | $p^1$  | $p^2$  | $p^3$  |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|
| Общий белок, г/л    | 73,9 [71; 77]                 | 68,3 [66,5; 71]               | 71 [68; 73]                | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |
| Альбумины, г/л      | 47,3 [44,2; 53,5]             | 46,8 [43; 52,1]               | 48,4 [44,6; 50]            | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |
| Креатинин, мкмоль/л | 70 [62; 81]                   | 74 [64; 78]                   | 73 [57; 76]                | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |
| Холестерин, ммоль/л | 5,6 [4,8; 6,2]                | 4,3 [3,6; 4,8]                | 3,9 [3,2; 4,6]             | 0,01   | > 0,05 | 0,05   |
| ЛПНП, ммоль/л       | 2,8 [2,3; 3,1]                | 2,1 [1,96; 2,6]               | 2,04 [1,83; 2,2]           | 0,05   | > 0,05 | > 0,05 |
| ЛПВП, ммоль/л       | 1,5 [1,1; 1,8]                | 1,14 [1,06; 1,2]              | 1,26 [1,23; 1,3]           | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |
| ТГ, ммоль/л         | 1,7 [0,9; 1,8]                | 1,3 [0,8; 1,4]                | 1,1 [0,73; 1,4]            | > 0,05 | > 0,05 | > 0,05 |

Примечание:  $p^1$  – достоверность различий между основной группой 1 (n = 20) и группой сравнения (n = 20) по критерию Манна–Уитни;  $p^2$  – достоверность различий между основной группой 2 (n = 20) и группой сравнения (n = 20) по критерию Манна–Уитни;  $p^3$  – достоверность различий между тремя группами по критерию Крускала–Уоллиса.

В группе пациентов с дефицитом массы тела у 25% (5) детей отмечено снижение уровня общего белка по результатам оценки биохимического анализа крови. В группе сравнения все исследуемые параметры соответствовали возрастной норме для данного возраста и пола.

Таким образом, пациенты внутри каждой из исследуемых групп не имели существенных отличий друг от друга по своим клинико- лабора-

торным параметрам, что позволяло расценивать их выборку как однородную.

При анализе микроэлементного состава в группе пациентов с избытком массы тела был выявлен существенный дефицит эссенциальных элементов. Недостаток йода наблюдался у 50% (10) детей, аналогичная ситуация – с уровнем натрия. У 40% (8) пациентов отмечен полидефицит по уровню калия, кобальта и марганца. В

20% (4) случаев выявлено снижение уровня магния ниже физиологической нормы. У 10% (2) пациентов наблюдалось снижение фосфора, цинка, меди и кремния (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика минералограммы пациентов исследуемых групп (%/абс.)

| Элемент  | Основная группа 1 (n=20) |                 | Основная группа 2 (n=20) |                 | Группа сравнения (n=20) |                 |
|----------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
|          | Дефицит, %/абс.          | Избыток, %/абс. | Дефицит, %/абс.          | Избыток, %/абс. | Дефицит, %/абс.         | Избыток, %/абс. |
| Калий    | 40/8                     | 0               | 40/8                     | 0               | 45/5                    | 0               |
| Натрий   | 50/10                    | 0               | 40/8                     | 0               | 60/12                   | 0               |
| Кальция  | 0                        | 10/2            | 20/8                     | 20/4            | 30/6                    | 0               |
| Магний   | 20/4                     | 0               | 20/8                     | 0               | 35/7                    | 5/1             |
| Фосфор   | 10/2                     | 0               | 10/2                     | 20/4            | 20/4                    | 15/3            |
| Железо   | 0                        | 0               | 10/2                     | 0               | 5/1                     | 5/1             |
| Цинк     | 10/2                     | 10/2            | 30/6                     | 0               | 10/2                    | 0               |
| Медь     | 10/2                     | 0               | 40/8                     | 0               | 20/4                    | 0               |
| Йод      | 50/10                    | 0               | 50/10                    | 0               | 60/12                   | 0               |
| Марганец | 40/8                     | 0               | 30/6                     | 0               | 25/5                    | 0               |
| Кобальт  | 40/8                     | 0               | 20/4                     | 0               | 20/4                    | 0               |
| Хром     | 0                        | 10/2            | 10/2                     | 0               | 0                       | 5/1             |
| Молибден | 0                        | 0               | 10/2                     | 10/2            | 0                       | 0               |
| Олово    | 0                        | 0               | 0                        | 10/2            | 0                       | 0               |
| Ванадий  | 0                        | 0               | 0                        | 10/2            | 0                       | 5/1             |
| Кремний  | 10/2                     | 10/2            | 10/2                     | 10/2            | 10/2                    | 0               |
| Германий | 0                        | 0               | 0                        | 20/4            | 0                       | 10/2            |
| Алюминий | 0                        | 0               | 0                        | 10/2            | 0                       | 10/2            |
| Сурьма   | 0                        | 0               | 0                        | 10/2            | 0                       | 0               |
| Барий    | 0                        | 0               | 0                        | 10/2            | 0                       | 0               |
| Галлий   | 0                        | 10/2            | 0                        | 10/2            | 0                       | 10/2            |
| Хром     | 0                        | 0               | 0                        | 0               | 0                       | 0               |
| Бериллий | 0                        | 0               | 0                        | 0               | 0                       | 5/1             |
| Лантан   | 0                        | 0               | 0                        | 0               | 0                       | 10/2            |
| Вольфрам | 0                        | 0               | 0                        | 0               | 0                       | 5/1             |
| Селен    | 0                        | 0               | 0                        | 0               | 5/1                     | 0               |
| Литий    | 0                        | 0               | 0                        | 0               | 0                       | 0               |

Кумуляция элементов в данной группе представлена избытком кремния, хрома, цинка и кальция в 10% (2) случаев. Следует отметить, что у 10% (2) пациентов с ожирением отмечено накопление токсического элемента – галлия. В группе пациентов с белково-энергетической недостаточностью получен выраженный полидефицит эссенциальных макро- и микроэлементов: у 50% (10) пациентов наблюдалось снижение йода, в 40% (8) случаев отмечалось снижение уровня калия, натрия, меди. Дефицит цинка был выявлен у 30% (6), сниженный уровень магния, фосфора и кобальта – у 20% (4) детей с пониженным питанием. У 10% (2) группы 2 отмечен дефицит фосфора, хрома, молибдена и кремния (табл. 3).

В группе 2, в отличие от пациентов с избытком массы тела, наблюдался больший процент микроэлементного дисбаланса, связанного с накоплением элементов. У 20% (4) пациентов обнаружено повышение кальция, фосфора и германия, а у 10% (2) – повышение железа, молибдена, олова, ванадия, кремния, алюминия, сурьмы, бария и галлия. Следует отметить высокую степень кумуляции токсических элементов у пациентов с белково-энергетической недостаточностью: у 10% (2) выявлено накопление уровня алюминия, бария и галлия, что требовало тщательного анализа анамнеза пациентов и углубленного клинического осмотра. В ходе дополнительного обследования специфических симптомов, указывающих на отравление тяжелыми металлами, у данных пациентов выявлены не были. Пациенты имели симптомы астеновегетативного синдрома (слабость, головные боли), при оценке факторов питания убедительных данных за наличие токсических элементов в пище также получено не было. Результаты общего и биохимического анализов крови не обнаружили существенных отклонений. Таким образом, выявленные накопления токсических элементов были расценены как проявления специфического воздействия техногенных факторов окружающей среды.

Пациенты группы сравнения имели сходный спектр дефицита эссенциальных макро- и микроэлементов, однако степень дефицита была несколько ниже, чем у пациентов с нарушением нутритивного статуса. У 60% (12) детей отмечалось снижение натрия и йода. У 45% (5) пациентов наблюдалось снижение уровня калия. Снижение магния отмечено у 35% (7) пациентов,

кальция – у 30% (6) обследованных. У 25% (5) детей выявлено снижение марганца, у 20% (4) – фосфора, меди и кобальта. Дефицит цинка и кремния выявлен у 10% (2) детей, у 5% (1) пациентов наблюдалось снижение железа и селена. В то же время у пациентов группы сравнения отмечался избыток фосфора в 15% (3) случаев, магния, железа и хрома в 5% (10 пациентов). В ходе анализа выявлено наличие токсических элементов: у 10% (2) пациентов отмечен избыток германия, алюминия, галлия и лантана. У 5% (1) выявлено наличие берилия и вольфрама (табл. 3).

Таким образом, наличие микроэлементозов отмечалось у пациентов всех трех групп, что указывает, по-видимому, как на нарушение в структуре питания, так и на наличие особенностей окружающей среды.

Развитие микроэлементозов детского возраста требует особого внимания, так как возрастная незрелость адаптивных механизмов детского организма способна привести к выраженным расстройствам метаболизма. Неадекватное поступление минеральных элементов с пищей в детском и подростковом возрасте отрицательно сказывается на показателях физического развития, способствует развитию нарушений обменных процессов и хронических заболеваний (Вильмс и др., 2011).

В настоящее время микроэлементозы можно рассматривать с точки зрения типового патологического процесса, который проявляется в виде нарушения химических реакций на различных уровнях регуляции организма. Микроэлементоз также может считаться как отдельная нозологическая единица, имеющая свои специфические клинические проявления (Вильмс и др., 2011; Кожин и др., 2013). Однако исследования последних лет показывают наличие высокого процента латентных микроэлементозов на фоне различных хронических заболеваний. Остается неизвестным первичное звено в данной цепи: микроэлементоз как клиническое проявление заболевания или микроэлементоз как этиологический фактор развития заболевания (Бельмер, Гасилина, 2008).

В нашем исследовании показано, что спектр большинства эссенциальных макро- и микроэлементов не имеет выраженной зависимости от метаболического статуса пациентов. Так, дефицит йода, натрия, кальция встречался с одинаковой частотой во всех исследуемых группах, независимо от массы тела, пола и возраста пациентов, что свидетельствует об отсутствии специфичности микроэлементозов.

Вместе с тем в группе пациентов с избытком массы тела выявлено выраженное снижение уровня кобальта у 40% (8) детей, не наблюдаемое в других группах, что согласуется с литературными данными, указывающими на роль кобальта в метаболизме углеводов и липидов. Известно, что кобальт обладает антиатеросклеротическим действием и способствует снижению уровня холестерина. Показано, что кобальт участвует в синтезе инсулина. Соединения кобальта оказывают интенсивное влияние на обмен в организме простых и сложных белков (Гудиева, 2019), в связи с чем можно рассматривать дефицит кобальта у пациентов как один из предрасполагающих факторов развития ожирения.

В ряде исследований показана роль дефицита марганца как предиктора нарушений углеводного обмена (Некрасов и др., 2006). Известно, что недостаток данного микроэлемента приводит к нарушению обмена меди, цинка, кальция и магния, связанного с дисбалансом метаболизма глюкозы и липидов (Моргуль, Галустьян, 2020). В нашем исследовании у пациентов с ожирением был отслежен закономерный умеренный дефицит данных микроэлементов на фоне более глубокого дефицита марганца, что согласуется с литературными данными.

Умеренный приобретенный дефицит меди, по данным клинических исследований, сопряжен с синдромом мальабсорбции и другими энтеропатиями, ассоциированными с белково-энергетическим дефицитом (Некрасов и др., 2006; Омарова и др., 2012; Гудиева, 2019). В нашем исследовании у пациентов с недостаточной массой тела наблюдался высокий процент дефицита меди, а также умеренное снижение цинка, ответственного за процессы всасывания в желудочно-кишечном тракте. Дефицит этих микроэлементов может быть одним из этиологических факторов нарушения процессов пищеварения и всасывания в желудочно-кишечном тракте, а может рассматриваться как отягощающий фактор течения белково-энергетического недостаточности (Захарова и др., 2012; Бутаев и др., 2016).

Основными источниками тяжелых металлов и макро- и микроэлементов являются пищевые продукты и вода, вдыхаемый воздух, а также в

некоторых случаях лекарственные препараты. В нашем исследовании у ряда пациентов, вне зависимости от метаболического статуса, выявлено накопление тяжелого металла – галлия. Галлий широко применяется в радиотехнике, в производстве оптоволокон, создании сигнальных систем при пожаре и предохранителей. Интоксикация галлием достаточно редкое профессиональное заболевание, возникающее при длительном контакте с производственными вредными факторами, оно характеризуется кратковременным возбуждением, затем заторможенностью, нарушением координации движений, адинамией, арефлексией, замедлением дыхания, нарушением его ритма (Chernecky, Berger 2008). В нашем исследовании у пациентов отсутствовали какие-либо специфические клинические признаки накопления данного металла. Ни у одного из обследованных детей в анамнезе не выявлено факторов, указывающих на прямой контакт с вредными производственными факторами, что указывает на техногенную причину накопления данного металла в организме детей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У всех обследованных пациентов, независимо от нозологии и метаболического статуса, выявлены схожие нарушения минералограммы по эссенциальным микроэлементам. Отличительной особенностью пациентов с БЭН явилось наличие выраженного накопления токсичных элементов.

Поскольку все обследованные дети проживали в г. Саратове, высокая степень микроэлементозов, сопровождающиеся дефицитом эссенциальных макро- и микроэлементов: йода, калия, натрия, магния, фосфора, цинка, меди, марганца, кобальта) может свидетельствовать о пандемичности нашего региона по данным элементам вне зависимости от нутритивного статуса ребенка, что требует дальнейшего исследования их содержания в окружающей среде и продуктах питания.

Выявленное накопление токсических микроэлементов, вероятно, обусловлено компенсаторной аккумуляцией на фоне дефицита эссенциальных макро- и микроэлементов.

*Исследование выполнено в рамках гранта «Разработка программ персонализированного лечения детей с ожирением» № SSMU-2022-006.*

## ЛИТЕРАТУРА

Антонов А.Р., Ефремов А.В., Новоселов Я.Б., Летягина В.В., Колонда Г.Г. Микроэлементозы: мониторинг, анализ и направления деятельности. Успехи современного естествознания. 2004; 12: 105–106.

Бельмер С.В., Гасилина Т.В. Микроэлементы и микроэлементозы и их значение в детском возрасте. Вопросы современной педиатрии. 2008; 7(6): 91–96.

Бутаев Т.М., Цирихова А.С., Дзулаева И.Ю., Бутаев А.П. Микроэлементозы у детей дошкольного возраста: причины и профилактика. Современные проблемы науки и образования. 2016; 3. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24859>.

Бутаев Т.М., Цирихова А.С., Дзулаева И.Ю., Бутаев А.П. Микроэлементозы у детей дошкольного возраста: причины и профилактика. Современные проблемы науки и образования. 2016; 3: 192.

Бутаев Т.М., Цирихова А.С., Дзулаева И.Ю., Бутаев А.П. Микроэлементозы у детей дошкольного возраста: причины и профилактика. Современные проблемы науки и образования. 2016; 3: 192.

Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В., Турчанинова М.С. Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики. Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2011; 90(1): 96–101.

Горшков В.В., Рустембекова С.А., Шарипова М.М. Минералограмма организма и микроэлементозы человека: исследование и диагностика. М.: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)». 2021; 229 с.

Гудиева И.Р. Физиологические свойства кобальта и его влияние на организм человека. Молодой ученый. 2019; 5(243): 42–46.

Дошенко А.А., Марсянова Ю.А. Микроэлементозы: причины, распространение, клинические признаки, терапия и профилактика микроэлементозов (обзор литературы). Биохимические научные чтения памяти академика РАН Е.А. Строева: Тезисы докладов Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием (г. Рязань, 26–27 января 2022 г.). Рязань: Рязанский гос. медицинский ун-т имени академика И.П. Павлова. 2022; 182–186.

Жиёмуратова Г.К. Микроэлементозы и заболеваемость детей, проживающих в регионе Приаралье. Медицина: теория и практика. 2019; 4(5).

Захарова И.Н., Творогова Т.М., Воробьева А.С., Кузнецова О.А. Микроэлементоз как фактор формирования остеопении у подростков. Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2012; 91(1): 67–77.

Кожин А.А., Попова В.А., Даурбекова М.А., Пузикова О.З. Микроэлементозы в этиологии нарушений психоэндокринного развития детей. Международный журнал экспериментального образования. 2013; 11(1): 34–41.

Моргуль А.Р., Галустьян Л.К. Микроэлементозы как фактор риска развития аллергических заболеваний у детей. Forcipe. 2020; 3(S1): 861–862.

Некрасов В.И., Скальный А.В., Дубовой Р.М. Роль микроэлементозов в повышении функциональных резервов организма человека. Вестник российской военно-морской академии 2006; Т1(15): 111–113.

Омарова З.М., Юрьева Э.А., Новикова Н.Н. Микроэлементозы у детей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2012; 57(1): 39–44.

Тармаева И.Ю., Ефимова Н.В., Ханхареев С.С., Богданова О.Г. Оценка риска здоровью обучающихся общеобразовательных учреждений, обусловленного факторами среды обитания. Сибирский медицинский журнал. 2015; 136(5): 105–108.

Тармаева И.Ю., Браун О., Брылева М.О. Микроэлементозы как следствие изменений окружающей человека среды природного и техногенного происхождения. Актуальные вопросы здоровья населения и развития здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации: Материалы Всеросс. науч.-практич. конф., посвящ. 155-летию образования Общества врачей Восточной Сибири (1863–2018). В 2-х томах (г. Иркутск, 8–9 ноября 2018 г.). Т. 1. Иркутск: Иркутский науч. центр хирургии и травматологии. 2018; 309–312.

Шакирова А.З. К вопросу о микроэлементозах человека Актуальные вопросы судебной медицины и права: Сборник научно-практических статей. Вып. 12. Казань: Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы министерства здравоохранения Республики Татарстан». 2021; 108–113.

Chernecky C.C., Berger B.J. Laboratory Tests and Diagnostic Procedures. 5<sup>th</sup> ed. Saunder Elsevier, 2008.

## MANIFESTATION OF MICROELEMENTOSES IN CHILDREN WITH DIFFERENT NUTRITIONAL STATUS

*N.V. Bolotova<sup>1</sup>, A.A. Skalny<sup>2</sup>, N.Yu. Filina<sup>1</sup>, K.A. Cherednikova<sup>1</sup>,  
M.S. Kurdiyana<sup>1</sup>, O.A. Logacheva<sup>1</sup>, I.A. Bochkarev<sup>1</sup>, E.E. Cuhushina<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky  
Ministry of Health of Russia,  
st. Bolshaya Cossack, 112, Saratov, 410012, Russian Federation

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia,  
Research Institute of Molecular and Cellular Medicine,  
Miklukho-Maklaya str. 6, Moscow, 117198, Russian Federation

**ABSTRACT.** In modern dietology and nutrition of childhood, a special role is given to the study of deviations in elemental homeostasis as one of the etiological factors of nutritional status disorders in children and adolescents. A high percentage of the prevalence of eating disorders in the child population dictates the need to study the microelement

composition as one of the predisposing factors for metabolic disorders. The purpose of this work was to assess the features of the mineralogram in children with different nutritional status. A total of 60 children (boys, girls) aged from 8 to 15 years were examined: of them, group 1 included 20 children with excess body weight, group 2 – 20 children with underweight, control group group – 20 children with normal body weight and minor functional health disorders. In the course of the study, the spectrum of microelementoses in overweight and underweight children was assessed, the data obtained were correlated with the mineralogram data of healthy children of the same age and gender. According to the results of the examination in the group of children with obesity, essential polydeficiencies were obtained in terms of the level of iodine, potassium and manganese. In patients with protein-energy deficiency, there was a deficiency of iodine, potassium, sodium and manganese, as well as a high degree of accumulation of toxic elements: aluminum, barium and gallium. Patients in the comparison group had a similar spectrum of essential micronutrient deficiencies, however, the degree of deficiency was slightly lower than in patients with impaired nutritional status.

**KEYWORDS:** trace elements, mineralogram, obesity, malnutrition, children, adolescents.

## REFERENCES

- Antonov A.R., Efremov A.V., Novoselov Ya.B., Letyagina V.V., Kolonda G.G. Microelementoses: monitoring, analysis and directions of activity. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya*. 2004; 12: 105–106. (in Russ.).
- Bel'mer S.V., Gasilina T.V. Trace elements and microelementoses and their significance in childhood. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. 2008. 7(6). S. 91–96 (in Russ.).
- Butaev T.M., Cirihovala A.S., Dzulaeva I.Yu., Butaev A.P. Microelementoses in preschool children: causes and prevention. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016; 3. (in Russ.).
- Butaev T.M., Cirihovala A.S., Dzulaeva I.Yu., Butaev A.P. Mikroelementozy u detej doskol'nogo vozrasta: prichiny i profilaktika. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016; 3: 192 (in Russ.).
- Butaev T.M., Cirihovala A.S., Dzulaeva I.Yu., Butaev A.P. [Microelementoses in preschool children: causes and prevention. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016; 3: 192. (in Russ.).
- Vil'ms E.A., Turchaninov D.V., Turchaninova M.S. Microelementoses in the children's population of the metropolis: epidemiological characteristics and prevention opportunities. *Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*. 2011; 90(1): 96–101 (in Russ.).
- Gorshkov V.V., Rustembekova S.A., Sharipova M.M. Mineralogramma organizma i mikroelementozy cheloveka: issledovanie i diagnostika. M.: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Rossijskij gosudarstvennyj universitet imeni A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizajn. Iskusstvo)». 2021; 229 s (in Russ.).
- Gudieva I.R. Physiological properties of cobalt and its effect on the human body. *Molodoy uchenyj*. 2019; 5(243): 42–46 (in Russ.).
- Doshchenko A.A., Marsyanova Yu.A. Mikroelementozy: prichiny, rasprostranenie, klinicheskie priznaki, terapiya i profilaktika mikroelementozov (obzor literatury). *Biohimicheskie nauchnye chteniya pamyati akademika RAN E.A. Stroeva: Tezisy dokladov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Ryazan (26–27 yanvarya 2022 goda)*. Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj medicinskij universitet imeni akademika I.P. Pavlova. 2022; 182–186 (in Russ.).
- Zhiemuratova G.K. Microelementoses and morbidity of children living in the Aral Sea region. *Medicina: teoriya i praktika*. 2019; 4(5) (in Russ.).
- Zaharova I.N., Tvorogova T.M., Vorob'eva A.S., Kuznecova O.A. Microelementosis as a factor in the formation of osteopenia in adolescents. *Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*. 2012; 91(1): 67–77 (in Russ.).
- Kozhin A.A., Popova V.A., Daurbekova M.A., Puzikova O.Z. Microelementosis in the etiology of disorders of psychoendocrine development of children. *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2013; 11(1): 34–41 (in Russ.).
- Morgul' A.R., Galustyan L.K. Microelementoses as a risk factor for the development of allergic diseases in children] *Forcipe*. 2020; 3(S1): 861–862 (in Russ.).
- Nekrasov V.I., Skal'nyj A.V., Dubovoj R.M. The role of microelementoses in increasing the functional reserves of the human body. *Vestnik rossijskoj voenno-morskoj akademii* 2006; T1(15): 111–113 (in Russ.).
- Omarova Z.M., Yur'eva E.A., Novikova N.N. Microelementosis in children with diseases of the gastrointestinal tract. *Rossiiskij vestnik perinatologii i pediatrii*. 2012; 57(1): 39–44 (in Russ.).
- Tarmaeva I.Y., Efimova N.V., Hanhareev S.S., Bogdanjva O.G. Assessment of health risks of pupils of educational institutions due to habitat factors. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*. 2015; 136(5): 105–108 (in Russ.).
- Tarmaeva I.Yu., Braun O., Bryleva M.O. Mikroelementozy kak sledstvie izmenenij okruzhayushchej cheloveka sredy prirodno i tekhnogenno proiskhozhdeniya. *Aktual'nye voprosy zdorov'ya naseleniya i razvitiya zdavoohraneniya na urovne sub'ekta Rossijskoj Federacii: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 155-letiyu obrazovaniya Obshchestva vrachej Vostochnoj Sibiri (1863–2018). V 2-h tomah (Irkutsk, 8–9 noyabrya 2018 g.)*. T. 1. Irkutsk: Irkutskij nauchnyj centr hirurgii i travmatologii. 2018; 309–312 (in Russ.).
- Shakirova A.Z. K voprosu o mikroelementozah cheloveka] *Aktual'nye voprosy sudebnoj mediciny i prava: Sbornik nauchno-prakticheskikh statej*. Vyp. 12. Kazan': Gosudarstvennoe avtonomnoe uchrezhdenie zdavoohraneniya «Respublikanskoe byuro sudebno-medicinskoj ekspertizy ministerstva zdavoohraneniya Respubliki Tatarstan». 2021; 108–113. (in Russ.).
- Chernecky C.C., Berger B.J. *Laboratory Tests and Diagnostic Procedures*. 5<sup>th</sup> ed. Saunder Elsevier, 2008.