DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-173-1-76-83
УДК 616.594.1:616.366-003.7: 470.620

Микроэлементный состав волос как маркер коморбидных состояний у детей с желчнокаменной болезнью, проживающих в экологически неблагоприятных территориях Краснодарского края

Шашель В.А., Маталаева С.Ю.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Краснодар, 350001, Россия)

Microelement composition of hair as a marker of comorbid conditions in children with gallstone disease living in ecologically unfavorable territories of the Krasnodar Territory

V.A. Shashel, S.Yu. Matalaeva

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education Kuban State Medical University of the Russian Federation (350001, Krasnodar, Russia)

Для цитирования: Шашель В.А., Маталаева С.Ю. Микроэлементный состав волос как маркер коморбидных состояний у детей с желчнокаменной болезнью, проживающих в экологически неблагоприятных территориях Краснодарского края. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2020;173(1): 76–83. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-173-1-76-83

For citation: Shashel V.A., Matalaeva S.Yu. Microelement composition of hair as a marker of comorbid conditions in children with gallstone disease living in ecologically unfavorable territories of the Krasnodar Territory. *Experimental and Clinical Gastroenterology.* 2020;173(1): 76–83. (In Russ.) DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-173-1-76-83

✉ *Corresponding author:*
Шашель Виктория Алексеевна
Victorya A. Shashel
veta52@list.ru

Шашель Виктория Алексеевна, заведующая кафедрой педиатрии № 1, профессор, д.м.н.
Маталаева Светлана Юрьевна, кафедра педиатрии № 1, апирант кафедры
Victorya A. Shashel, Department of pediatrics № 1, MD, professor, head chair; *ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1859-5826*
Svetlana Yu. Matalaeva, postgraduate student of the Department of Pediatrics № 1; *ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2175-1239*

Резюме

Цель исследования. Совершенствовать консервативную терапию желчнокаменной болезни путем изучения дисбаланса микроэлементов у детей, проживающих в экологически неблагоприятных регионах Краснодарского края

Материал и методы. В исследовании принимали участие 44 ребенка с желчнокаменной болезнью и 35 здоровых детей. Для исследования были взяты волосы с теменной, лобной, височных и затылочной областей от корня по всей длине и с помощью масс- спектрометрии с индуктивно — связанной плазмой прибором Agilent 7500CE был определен микро- и макроэлементный состав волос у детей г. Краснодара.

Результаты. В ходе исследования был выявлен дисбаланс в макро- и микроэлементном составе волос у детей с желчнокаменной болезнью, а именно накопление молибдена, кобальта и меди, снижение ртути, цинка, марганца, которые являлись причиной метаболических нарушений и формирования коморбидных заболеваний у этой когорты детей.

Ключевые слова: желчнокаменная болезнь, микро- и макроэлементоз, пути медикаментозной коррекции, коморбидность, дети

Summary

To study the microelement composition of hair in children with gallstone disease living in an environmentally disadvantaged region of the Krasnodar Territory.

Material and methods. The study involved 44 children with gallstone disease and 35 healthy children. For the study, hair was taken from the parietal, frontal, temporal and occipital regions from the root along the entire length, and using micro-spectrometry with inductively coupled plasma, the Agilent 7500CE was used to determine the micro- and macroelement composition of hair in children of Krasnodar.

Results. The study revealed an imbalance in the macro- and microelement composition of hair in children with gallstone disease, namely the accumulation of molybdenum, cobalt and copper, a decrease in mercury, zinc, manganese.

Key words: gallstone disease, micro- and macroelementosis, ways of drug correction, comor-vigilance, children

Введение

За последние десятилетия наблюдается рост заболеваемости желчнокаменной болезнью (ЖКБ) в детском возрасте во всем мире, что перестает быть казуистикой для педиатров, гастроэнтерологов, детских хирургов и врачей общей практики. Одним из причинно-значимых факторов в развитии ЖКБ является влияние окружающей среды, которое, зачастую, сопровождается нарушениями элементного баланса в организме детей: дефицита одних микроэлементов и/или избытка других [1, 2].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) обеспокоена ростом выброса в атмосферу выхлопных газов и изменением климатических условий во всем мире, в результате высокой урбанизации и антропогенной нагрузки человечества [3].

Согласно данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения страны в Российской Федерации 2017 г.» наблюдается тенденция к стабилизации качества атмосферного воздуха, не превышающих нормативных показателей ПДК по сравнению с 2012 годом, за исключением Хабаровского, Краснодарского и Красноярского краев, Калужской, Пензенской и Челябинской областей [4].

В различных сельскохозяйственных регионах страны использующих ядохимикаты, уровень пестицидной нагрузки на 1 га земли и состав сточных вод, сбрасываемых в реки и озера, превышают предельно допустимые значения.

Для контроля экологической безопасности, которая основывается на критериях ограничения содержания вредных химических веществ, в настоящее время используют понятие экологического риска. В это понятие вкладывается эффект суммации (сложение малых количеств различных вредных веществ) и кумулятивный эффект (постепенное накопление в экосистеме или в организме вредных веществ) [5].

Элементный статус любого взрослого населения, в том числе детей и подростков, в процессе жизни формируется под действием физиологической потребности организма в макро- и микроэлементах, в результате влияния природно-климатических факторов и степени загрязнения окружающей среды, а также наличия хронических заболеваний [1, 6].

Биологическая и физиологическая роль минеральных элементов (МЭ) огромна, так как они принимают участие в различных процессах обмена веществ, адаптации организма в патофизиологических условиях. Для обозначения всех патологических процессов, вызванных дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов, А. П. Авцином введено понятие микроэлементозы [7].

Если определение таких структурных МЭ, как Ca, Na, Mg, K, P, Cl, успешно используются при многих заболеваниях человека, то клиническое значение других химических элементов длительное время сдерживалось методическими трудностями. В последние годы нашли широкое использование методы пламенной и атомно-абсорбционной спектрофотометрии, отличающиеся высокой чувствительностью и возможностью определения очень низких концентраций МЭ в различных биосубстратах (кровь, моча). Эффективными являются методы определения МЭ в органах и биосредах человека с помощью атомной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектроскопии, которые позволяют в одной пробе одновременно определять 20 и более макро- и микроэлементов [8]. Это представляется целесообразным, особенно с учётом взаимодействия и взаимовлияния одних элементов с другими в организме человека.

Наиболее информативным способом определения макро- и микроэлементов в организме детей, по сравнению с другими биологическими средами, является исследование волос, так как волосы занимают второе место в метаболической ткани организма. Твердые ткани (волосы, ногти, кости) отражают элементный состав, который формируется в организме в течение длительного времени (месяцы, годы), тогда как в жидких средах (кровь, моча) микроэлементный дисбаланс представлен кратковременными отклонениями [9].

По мнению ряда авторов, выраженное снижение в организме детей с ЖКБ селена и цинка при одновременном накоплении в конкременте(ах) меди и железа, в присутствии хрома и марганца, осуществляющих роль катализаторов, по нашим данным, может быть одним из важных звеньев камнеобразования в желчном пузыре и желчных протоках. Однако, по-прежнему, одним из сложных и недостаточно изученных аспектов микроэлементозов является коррекция дисбаланса и (или) дефицита некоторых элементов. В связи с этим возникает необходимость в исследованиях, посвященных изучению макро- и микроэлементного состава биологических сред у детей с желчнокаменной болезнью, проживающих в условиях неблагоприятной экологической среды.

Цель исследования. Совершенствовать консервативную терапию желчнокаменной болезни путем изучения дисбаланса микроэлементов у детей, проживающих в экологически неблагоприятных регионах Краснодарского края

Материал и методы

Выполнение настоящего исследования было осуществлено на модели Краснодарского края. К экологически неблагоприятному району с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почвы и открытых водоемов относится город Краснодар. Для исследований были приглашены дети из ДГП № 4, МБУЗ ДГКБ № 1 г. Краснодара и ГБУЗ ДККБ МЗ КК. Под наблюдением находилось 78 детей в возрасте от 3 до 17 лет, средний возраст составил 9±1 год. Первую группу составили 44 ребенка с ЖКБ, средний возраст 6,6±2,5 лет, из них, девочек было 36 (86,4%), мальчиков — 8 (18,2%). Вторую — 35 практически здоровых детей (1 группа здоровья), средний возраст 7±3,5 лет. Девочек было 21 (60%), мальчиков — 14 (40%).

Для установления диагноза у каждого ребенка оценивали анамнез жизни и заболевания. Выполнялись общеклинические анализы крови и мочи, биохимический анализ сыворотки крови (определение уровня общего и прямого билирубина, общего холестерина (ОХ), липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), щелочной фосфатазы (ЩФ), глюкозы, аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ), амилазы, креатинина, мочевины, белковых фракций крови. Из инструментальных методов были использованы эндоскопические и ультрасонографические исследования органов брюшной полости.

Всем детям для оценки микроэлементного статуса был использован комплексный анализ волос, взятых с затылочной, теменной, лобных, височных областей головы от корней по всей длине. Макро- и микроэлементный состав волос изучался по 23 показателям с помощью масс — спектрометрии с индуктивно — связанной плазмой крови прибором Agilent 7500CE, где количественно определялись такие эссенциальные микроэлементы как Fe, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn; условно — эссенциальные — As, B, Br, Li, Ni, Si; токсичные — Al, Cd, Pb, Be, Hg, Sb. За референтные интервалы нормальных значений содержаний микроэлементов в различных биосубстратах человека (волосы, печень, моча) были приняты данные ВОЗ (1996). Данный метод исследования считается одним из адекватных и неинвазивных способов токсикологической диагностики, по которому можно судить как об адаптационных возможностях организма к влиянию окружающей среды с накоплением экотоксикантов, так и выявления дефицитных состояний минерального обмена [1,9].

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием программы STATISTICA 10,0 (StatSoft Inc., США) [10]. Для параметрических количественных данных определяли среднее арифметическое значение (M) и ошибку средней арифметической величины (m). В случае нормального распределения для оценки межгрупповых различий при анализе количественных параметрических данных использовали t-критерии Стьюдента. Различия считались статистически значимы при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

В ходе проведенного исследования было выявлено, что как в основной, так и в контрольной группах детей имеет место накопление экотоксикантов эссенциальных, условно-эссенциальных и токсичных микроэлементов. Полученные показатели средних величин макро- и микроэлементов в составе волос представлены в табл. 1.

Как представлено в табл. 1. у детей с конкрементами в желчном пузыре по сравнению с контрольной группой выявлено достоверное ***снижение*** *эссенциальных микроэлементов*: в 3,2 раза марганец (1,43±0,11 и 0,45±0,04, соответственно, $p<0,001$) и 1,2 раза хром (1,02±0,07 и 0,85±0,07 соответственно, $p<0,05$), молибдена в 6 раз (0,84±0,01 и 0,14±0,01 соответственно, $p<0,001$), цинка (194,31±12,95 и 173,82±13,37 соответственно, $p<0,05$)

Имеет место нарушение водно-электролитного баланса у больных с ЖКБ в виде тенденции нарастания в составе волос натрия (613,43±40,86 и 673,84±48,72 соответственно, $p<0,05$), магния (37,24±2,66 и 40,51±3,52 соответственно, $p<0,05$) и достоверного количественного увеличения калия (572,43±36,39 и 736,82±52,63 соответственно, $p<0,001$). Достоверно значимые изменения в макро- и микроэлементом составе волос были выявлены у детей с ЖКБ в виде избытка меди в 1,9 раз (27,31±1,95 и 14,64±1,13 соответственно, $p<0,001$) по сравнению с контрольной группой детей, а также в основной группе исследуемых детей наблюдался избыток кобальта в 6,4 раза (0,32±0,03 и 0,05±0,01 соответственно, $p<0,001$).

Известно, что молибден участвует в белковом, углеводном, жировом и минеральном обменах, помогает утилизировать железо в печени, выводить избыток меди и вытесняет его из биологически важных соединений. Молибден, так же как и марганец, накапливается и экскретируется через желчь, который в свою очередь является антагонистом меди, железа и кальция, что подтверждается нашими исследованиями. При накоплении меди, железа и кальция в желчи, замедляется реология желчи, изменяется коллоидное состояние самой желчи, что способствует формированию точек кристаллизации желчи и выпадению желчных камней.

Кобальт в организме человека накапливается преимущественно в печени, в меньшей степени в почках, лимфатических узлах и щитовидной железе. Он экскретируется желчью, активно участвует в активации ряда ферментов, одним из которых является активация метилмалонил-CoA-мутазы, фермента, который участвует в обмене жирных кислот. Избыток кобальта косвенно может указывать на замедленный обмен жирных кислот, повышенное содержание которых, в сочетании с отложением кальциевых или медных солей приводит к образованию конкрементов.

Снижение концентрации Zn в сыворотке крови характерно для детей с гастродуоденитом, проживающих в экологически неблагоприятных регионах с низким содержанием элемента в почве и воде [11]. С другой стороны, снижение содержания Zn в организме является следствием избыточного поступления в организм других металлов (Pb, Fe, Cd, Cu), являющихся антагонистами цинка, особенно на фоне несбалансированного (дефицит белка) питания. Изучение уровня токсичных микроэлементов у детей с ЖКБ подтвердило данное предположение.

Из токсичных эссенциальных микроэлементов обращало на себя внимание накопление у детей с ЖКБ кадмия в 2,3 раза (0,10±0,01 и 0,04±0,01 соответственно, $p<0,05$) по сравнению со здоровыми детьми, сурьмы в 1,6 раза (0,82±0,04 и 0,50±0,06 соответственно, $p<0,001$), свинца в 1,6 раза (1,42±0,11

Микро- и макроэлементы, мкг/г	Контрольная группа (n=35)	Дети с ЖКБ, (n=44)
	Эссенциальные	
Натрий	613,43±40,86*	673,84±48,72
Магний	37,24±2,66	40,51±3,52
Калий	**572,43±36,39** ***	736,82±52,63
Кальций	741,97±45,79	671,63±51,66
Хром	**1,02±0,07****	0,85±0,07
Марганец	**1,43±0,11** *	0,45±0,04
Железо	**25,41±0,95****	21,52±1,54
Кобальт	**0,05±0,01*****	0,32±0,03
Медь	**14,64±1,13*****	27,31±1,95
Цинк	**194,31±12,95****	173,82±13,37
Селен	1,15±0,03	1,12±0,09
Молибден	**0,84±0,01*****	0,14±0,01
	Условно-эссенциальные	
Литий	0,03± 0,01	0,03±0,01
Бор	1,01±0,07	0,93±0,08
Кремний	21,41±1,68	18,61±1,33
Никель	**0,38±0,03****	0,47±0,04
Мышьяк	0,12±0,01	0,12±0,01
	Токсичные	
Алюминий	18,72±5,44	9,84±0,82
Кадмий	**0,04±0,01***	0,10±0,01
Сурьма	**0,50±0,06*****	0,82±0,04
Ртуть	**0,23±0,07*****	0,04±0,01
Свинец	**0,87 ±0,13***	1,42±0,11
Титан	**0,01 ± 0,01***	0,02±0,01

Таблица 1.
Содержание макро- и микроэлементов в составе волос у детей, проживающих в экологически неблагоприятном районе Краснодарского края, n=79; Мкг/г; M±m

Примечание:
ЖКБ — желчнокаменная болезнь
— достоверность различий между контрольной и основной группами
* p<0,05; ** p<0,01; ***p<0,001.

Table 1.
The content of macro- and micronutrients in the hair composition of children living in an environmentally unfavorable region of the Krasnodar Territory , n=79; Mkg/g; M±m

Note:
Cholelithiasis
— significance of differences between the control and the main groups
* p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

и 0,87±0,13 соответственно, p<0,05) и титана в 2 раза (и 0,02±0,01 и 0,01±0,01 соответственно, p<0,05).

Как представлено в табл. 2. при ЖКБ у детей наблюдается достоверно более значимое ***накопление никеля*** (696,50 и 338,50 соответственно, p<0,05) у детей с сопутствующей патологией по сравнению с группой детей, не имеющей таковых. Накопление меди (700,50 и 334,50 соответственно, p<0,05), селена (858,00 и 177,00 соответственно, p<0,05) и кобальта (653,00 и 382,00 соответственно, p<0,001) у детей с сопутствующими ДРБТ и ЖКБ имеет достоверно большее значение, чем у детей, не имеющих их. Никель, всасываясь в верхних отделах пищеварительного тракта путем активного транспорта и диффузии, концентрируется в органах, где происходят обменные процессы и биосинтез гормонов. Поэтому дефицит никеля в организме будет наблюдаться при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, из-за нарушенного всасывания, или при заболеваниях печени. Избыток же будет выявлен при повышенном его поступлении из окружающей среды (почва, вода, воздух).

Селен всасывается в ДПК и концентрируется в печени, почках, сердце, гипофизе. Выводится в 80% через почки, поэтому, очевидно, и наблюдается тенденция к увеличению селена (864,50 и 81,50 соответственно, p<0,01) при заболеваниях почек.

Одним из основных эссенциальных свойств селена является стимуляция иммунной системы,

Микроэлементы, мкг/г	Дети с ЖКБ, n= 44		U-критерий
	Дети с сопутствующими заболевапниями, n=25	Дети, без сопутствующих заболеваний, n=19	
	Дисфункциональные расстройства билиарного тракта (ДРБТ)		
Кобальт	474,50	515,50	p<0,001
Медь	507,50	482,50	p<0,01
Селен	735,50	254,50	p<0,001
Никель	494,50	495,50	p<0,001
Свинец	507,00	483,00	p<0,05

Таблица 2.
Микроэлементный состав волос у детей с желчнокаменной болезнью в зависимости от сопутствующих заболеваний, n=44; мкг/г

Примечание:
степень достоверности между детьми, имеющими и не имеющими сопутствующие заболевания p<0,05; p<0,01, p<0,001.

Table 2.
Microelement composition of hair in children with gallstone disease and concomitant pathology, n=44; mcg/g

Note:
the degree of reliability between children with and without concomitant diseases is p<0.05; p<0.01, p<0.001.

Микроэлементы, мкг/г	Дети с ЖКБ, n= 44		U-критерий
	Дети с сопутствующими заболевапниями, n=25	Дети, без сопутствующих заболеваний, n=19	
Конкременты желчного пузыря			
Кобальт	653,00	382,00	p<0,001
Медь	700,50	334,50	p<0,05
Селен	858,00	177,00	p<0,05
Никель	696,50	338,50	p<0,05
Заболевания верхних отделов пищеварительного тракта (ВОПТ)			
Литий	437,00	424,00	p<0,001
Сурьма	245,00	615,50	p<0,05
Заболевания мочевыделительной системы (МВС)			
Алюминий	517,00	140,00	p<0,05
Пиелонефрит			
Магний	861,00	85,00	p<0,05
Хром	854,00	92,00	p<0,05
Селен	864,50	81,50	p<0,01
Бор	710,50	235,50	p<0,001
Алюминий	711,00	235,50	p<0,001
Сурьма	861,00	85,00	p<0,05
Титан	858,50	87,50	p<0,05
Дисметаболические нефропатия (ДМН) или мочекаменная болезнь (МКБ)			
Марганец	689,00	131,00	p<0,05
Атопический дерматит (АД)			
Кальций	64,50	796,50	p<0,05
Кобальт	58,00	803,50	p<0,05
Кадмий	54,50	806,50	p<0,001
Титан	194,50	666,50	p<0,05
Сахарный диабет 1 типа (СД 1 типа)			
Натрий	806,00	55,00	p<0,05
Кальций	692,00	169,00	p<0,05
Хром	696,50	164,50	p<0,05
Кобальт	697,50	163,50	p<0,05
Молибден	838,00	23,00	p<0,001
Литий	807,00	54,00	p<0,05
Мышьяк	811,00	50,00	p<0,05
Алюминий	813,00	48,00	p<0,05
Ртуть	702,00	159,00	p<0,05
Титан	806,50	54,50	p<0,05
Хронический колит (ХК)			
Кобальт	588,00	232,00	p<0,05
Медь	590,00	230,00	p<0,05
Никель	588,50	231,50	p<0,05
Мышьяк	722,50	97,50	p<0,05
Заболевания органов дыхания (ЗОД)			
Кремний	671,50	189,50	p<0,001
Свинец	639,50	221,50	p<0,05
Поллниоз			
Кобальт	682,00	264,00	p<0,001
Медь	660,50	285,50	p<0,05
Кремний	673,00	273,00	p<0,05
Свинец	654,50	291,50	p<0,05
Мышьяк	749,50	111,50	p<0,01

антиоксидантная защита цитоплазматической мембраны, Кроме того, селен является антагонистом нейротоксичных и тяжелых металлов (свинца, никеля, меди, ртути) [1]. Возможно поэтому при частых и длительно персистирующих заболеваниях верхних дыхательных путей накопление на слизистой оболочке свинца и мышьяка сопровождается снижением селена в волосах (табл. 3.).

Известно, что кремний один из важных элементов в системе сопротивляемости организма, поэтому наблюдается его накопление при заболеваниях верхних дыхательных путей (671,50 и 189,50 соответственно, p<0,001) и поллинозах (673,00 и 273,00 соответственно, p<0,05).

При заболеваниях почек наблюдается достоверное накопление сурьмы по сравнению с детьми не имеющих сопутствующих заболеваний (861,00 и 85,00 соответственно, p<0,05). Этот элемент всасывается через слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта с пищей и водой из органического соединения, которое используется в сельском хозяйстве и выводится преимущественно почками [1].

Обращает на себя внимание, что при развитии сахарного диабета 1 типа наблюдается дефицит цинка (-0,37, p<0,05) (табл. 3.).

Абсорбция хрома физиологически происходит в начальных отделах тонкой кишки, усиливать данный процесс может сахарный диабет (696,50 и 164,50 соответственно, p<0,05). Накапливается Cr^{6+} как токсический элемент быстро (854,00 и 92,00 соответственно, p<0,05), выводится очень медленно через почки.

При заболеваниях почек наблюдается накопление такого эссенциального элемента как бор, который хорошо всасывается через слизистую оболочку желудка, влияет на обмен кальция, фосфора, магния, калия, меди, цинка и алюминия. При его дефиците в организме ребенка возникает снижение уровня витамина Д, что сопровождается задержкой роста. Избыток последнего приводит к анемии, энтериту, заболеваниям почек (710,50 и 235,50 соответственно, p<0,001).

Одним из сложных и недостаточно изученных аспектов микроэлементозов является коррекция дисбаланса и (или) дефицита некоторых элементов. Рекомендуемые в США нормы потребления селена мкг в сутки составляют в возрасте: 0–6 мес — 10, 7–12 мес — 15, 1–3 г — 20, 4–6 лет — 25, 7–10 лет — 30, 11–14 лет (лица мужского пола) — 40, 11–14 лет (лица женского пола) — 45, 15–18 лет — 50, мужчины — 70, женщины — 55, беременные — 65, кормящие — 75 [11].

Содержание Se в основных пищевых продуктах (мкг/кг) колеблется в зависимости от региона проживания: злаковые — от 30 до 390, мясо — 70–210, птица — 120–150, рыба — 90–660, молоко — 10–30, сыр — 85–100, яйца — 100–150, овощи — 20–40, фрукты — 5–6 [12]. Следовательно, однообразное питание, тем более вегетарианское, даже у детей с ожирением, не может быть сбалансированным, обеспечивающим растущий организм необходимым количеством минеральных элементов.

В научно-практическом отношении перспективно применение топинамбура, содержащего в свежих клубнях 1,4 г белка на 100 г продукта и 12,6 г углеводов на 100 г продукта (табл. 4.).

Из 16 незаменимых аминокислот 8 обнаружено в топинамбуре. Углеводы (12 г на 100 г продукта) на 95% представлены инулином, усваивающимся практически без инсулина и обладающим выраженным бифидогенным свойством. После переработки в топинамбурном порошке содержание белка и углеводов возрастает до 8,9/100 г и 43,2/100 г продукта соответственно. Топинамбур богат пищевыми волокнами (26,4/100 г) и пектином (3,5/100 г), что обусловливает ему сорбентные свойства и стимулирующее воздействие на перистальтику кишечника. Клубни богаты Zn (17,3–26,8 мкг/100 г) и K (199–220 мг/100 г). Топинамбур не накапливает тяжёлые металлы [13]. Измельчённые клубни употребляют в виде салата: 50 г топинамбура, 2 г растительного масла, 0,5 г соли.

Потребность в цинке (мг/сут) составляет: 0–12 мес — 3–4, 1–6 лет — 5–10, 7–17 лет — 10–15. Взрослым необходимо 15 мг/сут, беремен-

Таблица 3.
Корреляционный анализ средних показателей макро- и микроэлементов с сопутствующими заболеваниями у детей с желчнокаменной болезнью, проживающих на экологически неблагоприятных территориях Краснодарского края, n=44, p<0,05

Примечание:
ДРБТ — дисфункциональные расстройства билиарного тракта; ЗВОПТ — заболевания верхних отделов пищеварительного тракта; ЯБЖ и ДПК — язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, МВС — заболевания мочевыделительной системы; СД1 — сахарный диабет 1 типа, ВДП — заболевания верхних дыхательных путей.

Table 3.
Correlation analysis of macro- and microelements and concomitant diseases in children with cholelithiasis living in an environmentally unfavorable territory of the Krasnodar Territory, n=44, p<0.05

Note:
DDBT — dysfunctional disorders of the biliary tract; VOPT — diseases of the upper digestive tract; JABZH and duodenal ulcer — peptic ulcer of the stomach and duodenum, MVS — diseases of the urinary system; Type 1 diabetes mellitus type 1, UDT — diseases of the upper respiratory tract

Заболевания В основной группе детей, n=44	Cu	Zn	Se	Mo	Li	Bor	Si	Ni	As	Al	Cd	Sb	Ti
ДРБТ	0,30	-0,13	-0,51	0,01	0,03	-0,09	-0,04	0,28	-0,15	0,20	0,03	0,02	-0,24
ЗВОПТ	-0,01	-0,26	0,122	0,02	0,41	-0,06	0,01	0,15	-0,10	-0,12	0,15	-0,45	-0,22
ЯБЖ и ДПК	0,09	0,05	0,15	-0,03	-0,31	-0,12	0,16	0,05	-0,07	0,03	-0,30	0,20	0,05
Заб-я МВС	0,16	0,09	0,02	-0,20	-0,01	0,03	-0,04	0,09	0,09	0,09	-0,08	0,05	-0,05
Дисметаболическая нефропатия/МКБ	0,12	-0,08	-0,15	-0,12	0,07	-0,04	-0,10	0,13	-0,14	0,06	-0,17	-0,09	-0,22
СД1 типа	-0,04	-0,37	0,25	0,54	0,22	0,11	0,03	-0,25	0,31	0,06	-0,01	-0,03	0,12
Ожирение	-0,11	0,11	-0,04	0,23	0,19	0,03	-0,05	-0,21	0,14	0,03	0,04	-0,15	0,05
Хронический колит	-0,34	-0,01	0,09	-0,02	-0,03	-0,04	0,08	-0,25	0,30	0,08	0,07	-0,21	0,15
Заболевания ВДП	0,32	0,13	-0,09	-0,04	-0,22	-0,13	0,44	0,09	-0,08	0,11	0,08	0,001	0,21
Поллиноз	0,22	0,13	-0,13	-0,01	-0,13	-0,11	0,29	0,13	-0,13	0,13	0,05	0,1	0,02
Бронхит	-0,08	0,04	-0,05	0,03	-0,03	0,17	0,02	0,18	-0,43	0,05	0,21	-0,03	-0,28
БА	0,17	0,11	-0,05	0,12	-0,09	0,19	0,04	-0,44	-0,18	0,04	-0,01	0,26	0,07
АтД	0,06	0,07	-0,06	0,06	0,12	0,14	-0,09	-0,05	-0,13	0,07	0,35	0,09	-0,15

Таблица 4.
Содержание цинка мг/100 г пищевых продуктов

Table 4.
Zinc mg / 100 g food

Пищевые продукты	Содержание, мг/100 г
Высокое содержание цинка	
Устрицы	100–400,0
Дрожжи	8–30,0
Внутренности животных	15–23,0
Пшеничные зародыши	13,0
Черника	10,0
Семя тыквенное	10,0
Грибы	4–10,0
Умеренное и низкое содержание цинка	
Подсолнечник	5,2
Чечевица	5,0
Соя	4,9
Сыр Эдам	4,9
Овсяные хлопья	4,5–4,9
Лук	1,4–8,5
Мясо	2–5,0
Орехи	2,7–3,0
Яичный желток	2,5–4,0
Рожь	2,5

ным — 20 мг/сут, кормящим — 25 мг/сут. В молозиве концентрация Zn достигает 8,5–20,0 мг/л, в зрелом молоке — 3 мг/л, к 9 мес снижается в 2 и более раз — 1,3–1,4 мг/л.

Содержание Zn в пищевых продуктах варьирует (табл. 4.). Высокая концентрация элемента в растительных и животных продуктах морского происхождения. Цинк хорошо всасывается из продуктов, содержащих белки животного происхождения — до 60%. Низкобелковая диета снижает ассимиляцию Zn, но одновременно способствует выведению эндогенного элемента. Уменьшение абсорбции Zn происходит при избытке в пищевом рационе жиров. Всасыванию Zn из желудочно-кишечного тракта могут препятствовать некоторые минеральные элементы, с которыми цинк вступает в конкурентные соотношения: Ca, Fe, Cd, Pb. При соотношении Fe:Zn = 2:1 и более абсорбция цинка снижается [14].

Наличие дисбаланса минеральных элементов (МЭ) у детей с ЖКБ, в сочетании с сопутствующими заболеваниями органов пищеварения и других систем организма, логично обусловливают использование лекарственных средств, направленных на коррекцию МЭ, в частности Se и Zn [15].

В случае выраженного дефицита Se с лечебными целями показан сухой порошок топинамбура из расчёта 0,5 г/кг массы тела за 20 мин до еды 2 р/сут. Курс — 3 нед.

Для купирования дефицита Zn, особенно при клинических проявлениях вторичного иммунодефицита, могут быть использованы: Цинка-аспартат, Цинка-сульфат и др. Перспективно применение Цинктерала, когда у детей с холелитиазом или билиарным сладжем имеются воспалительные заболевания желудка, двенадцатиперстной кишки, малабсорбция некоторых пищевых продуктов. При атопическом дерматите препараты цинка рекомендуются в виде мазей (цинковая, цинко-нафталиновая), паст (цинковая, салицилово-цинковая, цинко-ихтиоловая), линимента окиси цинка и др.

Заключение

Таким образом, состояние микроэлементного статуса у ребенка с ЖКБ указывает на развитие коморбидных заболеваний желудочно-кишечного тракта, рецидивирующих заболеваний органов дыхания, латентного иммунодефицита. В свою очередь неблагополучие окружающей среды приводит к биоэлементному дисбалансу в результате повышенного поступления в организм вредных веществ из воды, пищи и атмосферного воздуха. Исследование макро- и микроэлементов в биологических средах (волосы) может являться ранним диагностическим предиктором начальных проявлений заболеваний не только пищеварительного тракта, но и других органов и систем.

В обеспечении организма детей макро- и микроэлементами существенную роль играет сбалансированное питание. В случае выявления конкрементов либо других патологических состояний назначение лекарственных средств должно рассматриваться в рамках третичной профилактики как тактические мероприятия. Основная цель их — предупреждение осложнений с исходом в инвалидизацию больных детей в ранние сроки заболевания. Дальнейшее изучение особенностей патогенеза, клинической картины ЖКБ, разработка наиболее рациональных лечебных подходов у детей с холелитиазом являются одной из актуальных проблем современной педиатрии.

Литература | References

1. Ребров, В. Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В. Г. Ребров, О. А. Громова. — М: Гэотар-Медиа, 2008. — 954 с.

   Rebrov, V. G., Gromova O. A. Vitamins, macro- and microelements. M. Geotar-Media, 2008, 954 p.

2. Запруднов, А. М. Элементный дисбаланс у детей с желчнокаменной болезнью у детей / А. М. Запрудном, Л. А. Харитонова, О. Н. Царькова // Росс. вест. перинатол. и педиатрии. — 2013. — № 6. — С. 67–73.

   Zaprudnov A. M., Kharitonova L. A., Tsar'kova O. N. Elemental imbalance in children with cholelithiasis in children. Ross. West perinatol. and pediatrics. 2013, No. 6, pp. 67–73.

3. Доклад ВОЗ «О качестве атмосферного воздуха и здоровье» от 2 мая 2018 г. Режим доступа: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

   WHO report "On air quality and health" dated 2 May 2018. Access Mode: https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient- (outdoor)-air-quality-and-health.

4. Доклад О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения страны в Российской Федерации 2017. Государственный доклад. — М: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. — 268 с.

   On the state of sanitary-epidemiological well-being of the country's population in the Russian Federation 2017. State report. Moscow. Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being, 2018, 268 p.

5. Заболотских, В. В. Методология оценки рисков здоровью населения урбанизированных территорий / В. В. Заболотских, А. В. Васильев, Ю. П. Терещенко и соавт. // Известия Самарского научного центра академии наук. — 2016. — Т. 18, № 5 (2). — С. 284–289.

   Zabolotskikh V. V., Vasiliev A. V., Tereshchenko Yu. P. et al. Methodology for assessing health risks in urban areas. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Academy of Sciences. 2016, vol. 18, No. 5 (2), pp. 284–289.

6. Асланов, А. М. Особенности элементного состава камней желчевыводящей системы и желчи у пациентов с желчнокаменной болезнью / А. М. Асланов. Режим доступа: https://www.fundamental-reseach.ru

   Aslanov, A. M. Features of the elemental composition of stones of the biliary system and bile in patients with gallstone disease. Access Mode: https://www.fundamental-reseach.ru

7. Авцин, А. П. Микроэлементозы человека / А. П. Авцин, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова.- М: Медицина, 1991. — 247 с.

   Avtsin, A. P., Zhavoronkov A. A., Rish M. A., Strochkova L. S. Microelementoses of a person. Moscow. Medicine, 1991, 247 P.

8. Дрогобужская С. В. Методы определения химических элементов в биосубстратах и окружающей среде / С. В. Дрогобужская. Режим доступа: http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnikl.html

   Drogobuzh, S. V. Methods for the determination of chemical elements in biosubstrates and the environment. Access mode: http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnikl.html

9. Агаджанян Н. А. Экологический портрет человека и роль микроэлементов / Н. А. Агаджанян, М. В. Велданова, А. В. Скальный. — М.: — 2001. — 88 с.

   Agadzhanyan, N. A., Veldanova M. V., Skalny A. V. Ecological portrait of a person and the role of trace elements. Moscow. 2001, 88 P.

10. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных / М.: Медицина, 2002. — 312 с.

    Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Moscow. Medicine, 2002, 312 P.

11. Хохлова Е. А. Участие селена и цинка в патогенезе воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта // Е. А. Хохлова, Л. В. Тарасова, Т. Е. Степашина / Вестник Чувашского университета, 2011. — № 3. — С. 487–493.

    Khokhlova, E. A., Tarasova L. V., Stepashina T. E. The participation of selenium and zinc in the pathogenesis of inflammatory diseases of the gastrointestinal tract. Bulletin of the Chuvash University, 2011, No. 3, pp.487–493.

12. Запруднов А. М. Родителям о питании больного и здорового ребенка / А. М. Запруднов, Л. А. Харитонова, Л. Н. Мазанкова, К. И. Григорьев // ООО издательство «Научная Книга», 2004. — 429 с.

    Zaprudnov A. M., Kharitonova L. A., Mazankova L. N., Grigoryev K. I. Parents about the nutrition of a sick and healthy child. Scientific Publishing House LLC, 2004, 429 p.

13. Решетник Л. А. Диетическое и лечебное назначение топинамбура // Л. А. Решетник, О. В. Проковьева, Н. К. Кочнев / Иркутск, 1997. — С. 11–15.

    Reshetnik, L. A., Prokoviev O. V., Kochnev N. K. Dietary and therapeutic appointment of Jerusalem artichoke. Irkutsk, 1997, pp. 11–15.

14. Громова О. А. Клиническая фармакология взаимодействия цинка и железа // О. А. Громова, И. Ю. Торшин, И. К. Томилова, Л. Э. Федотова / Лечебное дело. — 2010. — № 1. — С. 31–42.

    Gromova, O. A., Torshin I.Yu., Tomilova I. K., Fedotova L. E. Clinical pharmacology of the interaction of zinc and iron. Medical business. 2010, No. 1, pp. 31–42.

15. Царкова О. Н. Содержание незаменимых минеральных элементов в биологических объектах у детей с билирубином и желчнокаменной болезнью / А. М., Запруднов, О. Н. Царькова, Л. А. Харитонова // Современная педиатрия, 2005. — Т. 4. — № 4. — С. 29–33.

    Zaprudnov A. M., Tsarkova O. N., Kharitonova L. A. The content of essential mineral elements in biological objects in children with bilirubin and cholesterol cholelithiasis. Modern Pediatrics, 2005, vol. 4, No. 4, pp. 29–33.