

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА МАТЕРИ И ГРУДНОГО РЕБЕНКА

Е.А. Луговая *, Е.М. Атласова

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, Магадан, Россия

РЕЗЮМЕ. С целью изучения взаимосвязей параметров в элементной системе организма матери и ребенка, находящегося на естественном вскармливании, методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (АЭС-ИСП) определяли содержание 25 макро- и микроэлементов в волосах детей в возрасте 0–6 мес. и их матерей ($n = 33$). Установлено, что в организме матерей избыточные концентрации элементов встречаются в единичных случаях, в то время как дефицитные состояния выявлены по Co (70%), Mg (70%), Ca (%), Cu (61%), K (55%), Na (49%), P (33%), I (30 %). У детей обнаружены избыточные концентрации Mn в 73% случаев, I – в 58%, Fe – в 30%, P – 30%. Подобно материнскому, организм ребенка испытывает дефицит Co и Cu в 73 и 67% случаев соответственно. Парный корреляционный анализ позволил выявить сильные достоверные связи между содержанием Se в организме матери и ребенка, что также характерно для Pb, средние – для Cd и Hg, умеренные – для B, Ni и Si, т.е. выраженная зависимость установлена в основном для тяжелых и токсичных металлов. На основе оценки коэффициента детерминации предполагаем, что состояние элементного гомеостаза в организме матери и ребенка на 14–81% определяется взаимосвязями «элемент–элемент» в системе «мать–ребенок», а остальная доля дисперсии, по-видимому, связана с действием на элементную составляющую иных факторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, дисбаланс, мать, ребенок.

ВВЕДЕНИЕ

Женщины детородного (фертильного) возраста и дети младших возрастов – основной демографический потенциал страны и в то же время наиболее уязвимые группы населения (Авцын, 1990; Сенькевич и др., 2007). Мероприятия по сохранению здоровья женского и детского населения в северных и высокоширотных регионах, которые в силу своей природно-климатической специфики классифицируются географами как средне- и малоблагоприятные для жизнедеятельности человека, требуют особого внимания (Вершубская и др., 2009). Знание о многоэлементном составе тканей организма дает возможность судить об экологических факторах воздействия на здоровье человека в различных биогеохимических провинциях (Савченко и др., 2004).

Несмотря на несовершенные формы обмена, внутриутробный плод в физиологических условиях на всех этапах своего развития в достаточных количествах накапливает все необходимые питательные вещества и эндогенные микроэлементы (Тарханова и др., 2008/2). Известно, что баланс многих макро- и микроэлементов (МЭ) у новорожденных отрицателен, так как опорожнение депо МЭ происходит быстрее, чем их поступление с грудным молоком, поэтому минеральный обмен у

грудного ребенка весьма напряжен (Скальный и др., 2002). Отрицательный баланс большинства МЭ у новорожденных усугубляется искусственным вскармливанием, инфекциями, авитаминозами, диспепсическими расстройствами и др. Кроме того, достаточно трудно определить, какая часть МЭ поступает в организм новорожденного алиментарным путем, а какую часть организм черпает из своих запасов. По данным авторов, у грудных детей первого полугодия жизни, находящихся на естественном вскармливании, не наблюдается клинических признаков недостаточности микроэлементов (Скальный и др., 2002).

В одном из исследований была выявлена прямая связь между низкой массой тела, уровнем свинца в крови и развитием у детей аллергических реакций уже в первые месяцы жизни (Евсюкова, 2001, цит. по Курец, 2006). В другом – установлены взаимосвязи между реакцией материнского организма на промышленные химические загрязнители окружающей среды (повышение титра антител к никелю) и ростом частоты простудных заболеваний детей первого года жизни, частоты перинатальных энцефалопатий (Сивочалова и др., 2001, цит. по Курец, 2006). Избыточное поступление Cd, Pb, Hg, Fe, Zn, Cu, Mn, Se способствует развитию постнатального иммунодефицита так же, как и врожденный дефицит железа, цинка, меди, марганца, селена и йода. Это

* Адрес для переписки:

Луговая Елена Александровна
E-mail: elena_plant@mail.ru

приводит не только к снижению иммунитета, но и к появлению врожденных пороков развития, множеству заболеваний, склонных к хроническому течению, а также к отставанию в умственном и физическом развитии. Вырастает поколение ослабленных людей, высоковосприимчивых к инфекциям, с большим риском развития в будущем ишемической болезни сердца (ИБС) и онкопатологии (Кудрин и др., 2000).

В работе К.М. Московчук с соавт. (2012) установлена прямая корреляционная связь между содержанием Zn в пуповинной крови новорожденных и волосах их матерей ($r = 0,37$, $p = 0,06$) и содержанием Cu в грудном молоке и волосах матерей ($r = 0,45$, $p = 0,02$), на основании чего авторы рекомендуют неинвазивное определение Zn и Cu с целью выявления гипозлементозов у новорожденных. По данным Л.А. Щеплягиной и др. (2006), уровень Ca в пуповинной крови ребенка связан с показателями сывороточного кальция матери ($r = 0,3$, $p < 0,05$). Профилактика и коррекция дефицита Ca и витамина D во время беременности гарантирует необходимые темпы линейного роста, минерального обмена, костного ремоделирования как внутриутробно, так и в первые 6–8 мес. после рождения повышает прочность костей и снижает частоту развития рахитических и рахитоподобных изменений скелета ребенка.

Взаимосвязь содержания химических элементов в биосредах и тканях беременных женщин, родильниц, плодов и новорожденных в норме и патологии обсуждалась в целом ряде работ (Хамидуллина, 1997; Фавье, Хининджер-Фавье, 2002; Васильева, Кочеткова, 2006; Залавина и др., 2006; Шиц, 2006; Журавлева и др., 2007; Протасова и др., 2007; Сенькевич и др., 2007; Полянчикова, Дубисская, 2008; Ломакина и др., 2009; Тарханова, Ковальчук, 2010; Бедненко, Левченко, 2006; Московчук и др., 2012; Софронов, Валиев, 2012).

Адекватность пищевого обеспечения беременной женщины, а затем и новорожденного ребенка лежит в основе не только выживаемости ребенка, но и возможности сформировать у него высокий уровень здоровья (Маталыгина, 2008). В постнатальном периоде на баланс макро- и микроэлементов ребенка влияет не только базовое содержание элементов в органах и тканях матери, но и содержание их в грудном молоке, которое, в свою очередь, зависит от алиментарной обеспеченности микроэлементами организма матери (Сенькевич и др., 2009). В работе (Одинаева и др., 2002) показана зависимость содержания МЭ от особенностей внутриутробного периода развития детей первого года жизни и здоровья их матерей, пола, сезона рождения и других факторов, выявлены некоторые изменения в составе волос у детей при ряде заболеваний и показана возможность коррекции их дефицита.

Целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязей «элемент–элемент» в системе «мать–ребенок» для оценки влияния мате-

ринского организма на коррекцию элементных нагрузок в организме ребенка в постнатальном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Содержание 25 МЭ в волосах детей в возрасте 0–6 мес., находящихся на грудном вскармливании (средний возраст $2,48 \pm 0,44$ мес., $n = 33$), и их матерей (средний возраст $29,18 \pm 5,16$ лет, $n = 33$) определяли методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП) на приборе Optima 2000 DV («Perkin Elmer», США) в АНО «Центр биотической медицины» (Москва). Принимая во внимание тот факт, что северные территории существенно отличаются от центральных районов России природно-климатическими, биогеохимическими, диетологическими и адаптационными характеристиками, ввиду отсутствия утвержденных референтных значений концентраций химических элементов в волосах жителей Крайнего Северо-Востока России, для сравнения в качестве референтных величин концентраций элементов в волосах использованы среднероссийские показатели (Скальный, 2000; 2002; 2003).

Статистическую обработку данных проводили с помощью методов параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета прикладных программ Excel 2010. Гипотезу о взаимосвязи параметров элементной системы матери и грудного ребенка проверяли с помощью парной корреляции Пирсона (r). Для определения общей доли вариации для коррелируемых показателей концентраций МЭ в волосах обследуемых мы рассчитывали коэффициент детерминации ($R^2 = r^2$), используемый, в том числе, при интерпретации данных физиологических исследований (Мельников и др., 2012).

Формулы элементного дисбаланса были введены на основе выраженных частот избытка или дефицита элемента в исследуемой группе (более 50% от общего числа обследованных) относительно среднероссийских показателей: в числителе – повышенные концентрации, в знаменателе – пониженные (Скальный и др., 2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный статистический анализ полученных результатов атомно-эмиссионной спектроскопии волос позволил обнаружить взаимосвязь содержания макро- и микроэлементов в организме матери и организме грудного ребенка. Установлено, что для обеих групп характерен выраженный дисбаланс основных эссенциальных элементов. В организме матерей избыточные концентрации элементов встречаются в единичных случаях за исключением Zn, дефицит которого в волосах обнаружен наряду с избытком практически в равных концентрациях – 36 и 30% соответ-

ственно. Одновременно с этим выявлены дефицитные состояния Co (70%), Mg (70%), Ca (67%), Cu (61%), K (55%), Na (49%), P (33%), I (30%), Se (21%). «Элементный портрет» организма ребенка на первом году жизни, напротив, характеризуется повышенным содержанием большинства химических элементов. Так, у детей обнаружены избыточные концентрации Mn в 73% случаев, I – в 58%, Fe – в 30%, P – в 30% случаев. По данным В.В. Софронова и В.С. Валиева (2012), содержание железа в сыворотке крови новорожденных превышало показатели накопления железа у их матерей. По литературным данным, подобная картина характерна для детей и в других регионах, на втором году жизни концентрация железа в организме существенно понижается (Лобанова, 2007). У здоровых детей г. Хабаровска избыток Mn в волосах встречался примерно у 18% обследованных, избыток Fe – в более чем 40% случаев, Zn – более чем в 30% случаев (Сенькевич и др., 2007), что согласуется с нашими данными. Такое явление, известное в научной среде как явление «сверхзапасания» (или «superretention»), обусловлено, по-видимому, повышенной потребностью в биоэлементах организма ребенка в период внутриутробного и постнатального развития (Залавина и др., 2006). Организм ребенка, подобно материнскому, испытывает дефицит Se (20%), а также Co и Cu в 73 и 67% случаев соответственно.

В работе (Залавина и др., 2006) показано, что в волосах мальчиков г. Новосибирска 0–10

дней жизни в отличие от девочек обнаружен избыток Cd, Pb и дефицит Zn, Mg, Se, Mn, Co, Cu. В возрасте от 10 дней до 1 года у девочек появляется избыток Cd, As, Pb, а также дефицит Mn, P, Zn, Co, Cr, Cu, Ca, Fe, Si, Mg. У мальчиков этого же возраста лидируют дефициты Zn, Mn, Co, Mg, Ca, избыток Cd встречается на 12% больше чем у девочек, Pb – на 52% чаще, чем у девочек. Половые отличия по накоплению тяжелых и токсичных МЭ, по мнению авторов, могут являться отражением того, что беременность при вынашивании плода мужского пола протекает с большим числом осложнений. Кроме того, известно, что организм девочек обладает большей устойчивостью к накоплению кадмия, так как эстрогены усиливают выведение Cd.

Основные нарушения «элементного портрета» изученного контингента г. Магадана можно представить в виде формул элементного дисбаланса:

$$\text{у матерей} = \frac{-}{Co, Mg, Ca, Cu, K};$$

$$\text{у детей} = \frac{Mn, I}{Co, Cu}.$$

Для анализа характера распространенности элементного дисбаланса обследуемых групп определены медианы содержания МЭ в волосах у матерей и детей (таблица).

Таблица. Содержание макро- и микроэлементов (Me, (P25–P75)мкг/г) в волосах детей 0–6 мес. и их матерей, проживающих в г. Магадане

МЭ	Дети (n = 33)		Матери (n=33)		Коэффициент корреляции, r
	г. Магадан	Норма ¹	г. Магадан	Норма ²	
Al	14,91 (10,83–23,59)	14,20–33,30	6,34 (4,14–10,99)	6–18	0,27
As	0,04 (0,04–0,06)	0,00–0,46	0,04 (0,04–0,04)	0,00–0,56	0,23
B	2,95 (1,78–4,26)	Нет данных	0,72 (0,40–1,95)	Нет данных	0,46
Ca	484,87 (397,90–639,44)	299–696	363,14 (254,29–775,56)	494–1619	0,12
Cd	0,04 (0,02–0,11)	0,10–0,51	0,01 (0,00–0,01)	0,02–0,12	0,57*
Co	0,02 (0,01–0,03)	0,06–0,33	0,01 (0,01–0,02)	0,04–0,16	–0,09
Cr	0,65 (0,50–0,96)	0,50–1,58	0,36 (0,31–0,52)	0,32–0,96	0,03
Cu	9,32 (8,69–11,02)	6,89–11,85	10,31 (8,81–11,96)	9–14	0,11
Fe	25,27 (20,99–38,49)	16,78–30,71	15,27 (12,91–25,00)	11–24	0,03
Hg	0,26 (0,20–0,31)	0,0–1,0	0,36 (0,29–0,57)	0,0–1,0	0,56*
I	13,25 (2,39–38,70)	0,5–2,5	1,26 (0,54–2,77)	0,5–2,5	0,06
K	809,71 (451,48–1420,36)	262–1660	24,55 (13,98–55,50)	29–159	–0,08

Окончание таблицы

Li	0,03 (0,02–0,04)	Нет данных	0,01 (0,01–0,02)	0,00–0,02	0,15
Mg	35,12 (27,27–45,05)	18–41	33,77 (26,99–68,89)	39–137	0,06
Mn	1,68 (0,81–2,87)	0,40–1,11	0,67 (0,47–1,19)	0,32–1,13	–0,19
Na	500,14 (227,30–663,74)	194–782	59,61 (25,05–93,04)	73–331	0,13
Ni	0,24 (0,19–0,53)	0,17–1,00	0,21 (0,13–0,52)	0,14–0,53	0,39
P	140,48 (129,20–163,78)	126–168	142,03 (136,38–152,66)	135–181	–0,07
Pb	0,88 (0,52–1,92)	0,95–4,20	0,14 (0,10–0,32)	0,38–1,40	0,70*
Se	0,80 (0,48–0,96)	0,77–2,40	0,40 (0,26–0,54)	0,69–2,20	0,89*
Si	27,07 (19,14–40,27)	7–26	34,46 (27,94–45,31)	11–37	0,37
Sn	0,30 (0,17–0,53)	0,42–2,64	0,10 (0,06–0,21)	Нет данных	–0,03
V	0,10 (0,07–0,17)	0,00–0,21	0,05 (0,03–0,07)	Нет данных	0,07
Zn	173,09 (134,83–204,58)	75–202	187,46 (170,12–264,10)	155–206	–0,08

Примечание: ¹ – пределы нормальных значений для детей до 1 года (Скальный, 2002); ² – референтные значения концентраций химических элементов в возрастной группе 18–65 лет (Скальный, 2003); * – уровень значимости коэффициента корреляции, $p < 0,05$.

В волосах женщин ниже нижней границы референтных показателей оказались Ca, Co, K, Mg, Na. При сравнении наших данных с референтными значениями в аналогичной возрастной группе детей (Скальный, 2002) и их матерей (Скальный, 2003) видно, что медианы концентраций токсичных элементов Cd, Pb, Sn в волосах детей г. Магадана отличаются в меньшую сторону, за исключением эссенциальных Mn, I и условно эссенциального Si, содержание которых оказалось выше верхней границы физиологической нормы. Дефицит Co и Se также обнаружен у детей и их матерей, проживающих в соседнем с Магаданской областью регионе Дальнего Востока – г. Хабаровске (Сенькевич и др., 2007). Вероятно, высокое содержание йода в организме детей первых месяцев жизни г. Магадана, являющегося эндемичной территорией, на фоне дефицита селена и кобальта выступает в качестве адаптивной реакции на социально-экологические условия места проживания и свидетельствует о напряжении, в первую очередь, иммунной системы. Йод является тиреоспецифическим элементом, его избыток может быть направлен на поддержание и регуляцию функции щитовидной железы, которая естественным образом реагирует на родовой стресс и послеродовую адаптацию (Сибилева, 2004). При определении обогащенных микроэлементов в волосах как у маловесных новорожденных, так и их матерей в г. Хабаровске установлено снижение содержания Se, Co и значительное превышение Fe в волосах, что, по мнению авторов, является одним из значимых геохимических факторов йододефицитных состояний на Дальнем Востоке (Сиротина, Сенькевич, 2010).

При изучении особенностей элементного статуса у детей с неврологической патологией, перенесших внутриутробные инфекции, обнару-

жено, что в наибольшем дисбалансе в организме находятся Co, Mn, Cu, I, Ca, P, Se (Бедненко, Левченко, 2006). В группе женщин с анемией развивается плацентарная недостаточность, сопровождающаяся дефицитом жизненно необходимых Cu, Fe, Zn, Mg в крови новорожденных, на фоне возрастания концентраций Cd и Pb (Тарханова и др., 2008/1; Тарханова, Ковальчук, 2010). Можно предполагать, что для жителей Севера жизнедеятельность организма на фоне пониженного содержания элементов волосах (а значит и в организме) является «привычной», но в то же время велик риск развития различных заболеваний в результате хронического напряжения функциональных резервов как у матерей, так и у детей первых месяцев жизни. Хронический дефицит эссенциальных микроэлементов может быть как следствием, так и причиной ряда элементозов и патологических состояний.

Следует отметить взаимозависимость содержания в организме детей и матерей тяжелых и токсичных МЭ: ртути, свинца, алюминия, кадмия. Средние значения концентраций этих МЭ в волосах обследуемых находились в пределах нормы, но при частотном распределении у 30% детей и матерей обнаружен их повышенный уровень. При наблюдении оказалось, что эти дети гиперактивны, раздражительны, беспокойны и аллергичны, причем выраженные аллергические реакции (кожные высыпания, покраснения, зуд) не устранялись при изменении рациона питания кормящей матери. Предположение о непищевом генезе аллергии у детей г. Магадана очень важно для аллергологов и педиатров, так как профилактика и устранение элементного дисбаланса и токсического эффекта путем специальных медико-коррекционных мер прежде всего в организме беременной и кормящей женщины позволит значительно сни-

зять процент встречаемости данного заболевания у детей. Повышенное содержание тяжелых металлов в волосах женщин может быть обусловлено как прямым контактом с токсикантами (профессиональная принадлежность, выхлопы автомобильных газов в районе проживания, пищевые интоксикации), так и нарушением элементного гомеостаза в результате перенесенных или хронических заболеваний, наличием в анамнезе эндемических элементозов и т.п.

Нами отмечены и положительные элементные взаимоотношения. Так, содержание кальция, хрома, меди в организме детей достаточное, причем концентрация этих МЭ у матерей также находится в пределах нормальных значений (таблица). В период беременности и кормления грудью организм женщины мобилизуется, максимально экстрагируя из пищи и пищевых добавок необходимые витамины и минеральные вещества.

При изучении содержания цинка в волосах детей нами было отмечено, что цинк не имеет нормальной линейной зависимости и подчиняется закону бинормального распределения, т.е. 40% детей имели дефицит цинка (ниже нижней границы нормы), 40% – избыток, 20% – нормальный уровень. Этот элемент очень важен для регуляции клеточного деления, стимулируя пролиферативные процессы, в организме женщин он играет большую роль при восстановлении после беременности и во время лактации, а у ребенка тратится на активный рост и формирование иммунитета.

Во всех исследуемых группах установлено превышающее нормальные значения содержание кремния (таблица), что является региональной особенностью минерального обмена у всех жителей г. Магадана в разные возрастные периоды (Луговая, Максимов, 2012).

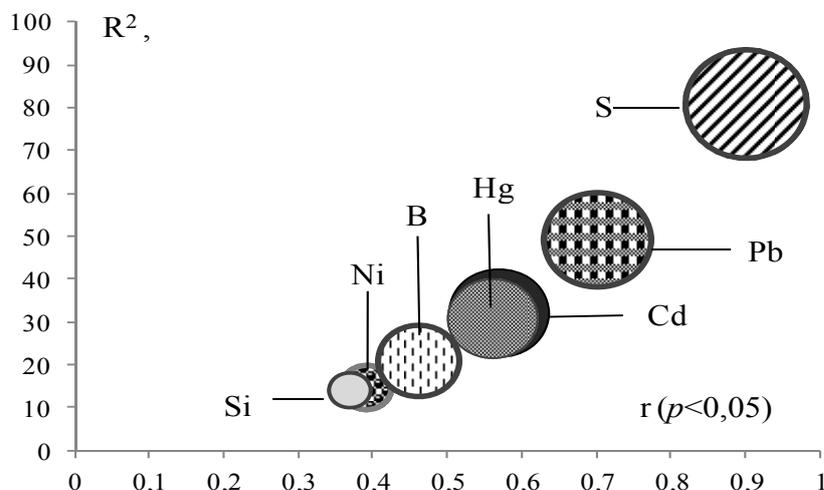
Для выявления взаимозависимости между содержанием МЭ в организме матерей и их детей

проведен парный корреляционный анализ. Положительная статистически значимая ($p < 0,05$) связь на уровне сильной характерна для селена ($r = 0,9$) и свинца ($r = 0,7$); средней силы зависимость ($r = 0,6$) имеют кадмий и ртуть; умеренные связи ($r = 0,4$) – бор, никель и кремний.

Для установления степени взаимосвязи коррелируемых показателей концентраций МЭ в организме матерей и детей мы рассчитали коэффициенты детерминации, значения которых варьировали от $R^2 = 0,14$ усл. ед. до $R^2 = 0,81$ усл. ед. (рисунок). Характерна выраженная зависимость содержания в системе «мать – ребенок» тяжелых и токсичных металлов (В, Cd, Hg, Pb, Ni), а также Se, влияющего на три основных направления клеточных функций: антиоксидантную активность, метаболизм гормонов щитовидной железы и регуляцию активности редуктаз, которые, в свою очередь, определяют, состояние иммунной системы (Нетребенко, 2005).

Анализируя полученные значения, предполагаем, что повышение в материнском организме концентрации тяжелых и токсичных металлов неизбежно приведет к повышению их концентрации в организме ребенка, находящегося на естественном вскармливании, в то время как содержание основных эссенциальных элементов, наряду с характером вскармливания, в большинстве своем зависит еще и от иных факторов, касающихся, возможно, условий протекания беременности и индивидуальных особенностей внутриутробного развития плода.

На основании этого мы можем говорить о том, что состояние элементного гомеостаза в организме матери и ребенка на 14–81% определяется взаимосвязями «элемент–элемент» в системе «мать–ребенок» (рисунок). Остальная доля дисперсии, по-видимому, связана с действием на элементную составляющую иных факторов.



МЭ	r ($p < 0,05$)	R^2
B	0,46	0,21
Cd	0,57	0,32
Hg	0,56	0,31
Ni	0,39	0,15
Pb	0,70	0,49
Se	0,90	0,81
Si	0,37	0,14

Рисунок. Взаимосвязь концентраций микроэлементов в организме матери и ребенка (r – коэффициент корреляции при $p < 0,05$; R^2 – коэффициент детерминации (усл. ед.))

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общий статистический анализ группы позволил выявить специфические (достоверные) корреляционные связи между содержанием некоторых элементов в организме матери и ребенка, обусловленные, с одной стороны, биогеохимическими особенностями северного региона, а с другой – нормальными физиологическими процессами. Однако коррекционную и профилактическую работу в таких группах населения необходимо проводить после тщательного индивидуального изучения элементного статуса обследуемых.

Универсальных продуктов питания, надежно обеспечивающих оптимальный пищевой статус, не существует, поэтому обязательным мероприятием также должна стать сапплементация (насыщение) рационов (Маталыгина, 2008) и матери, и ребенка, возможно, с помощью специальных смесей. В исследованиях Т. Lind с соавт. (2004) показана эффективность раздельного приема препаратов цинка и железа у детей первого года жизни и установлено положительное влияние на показатели их роста и развития. При грудном вскармливании новорожденных и детей первых месяцев жизни можно провести своевременную коррекцию нарушений элементного баланса ребенка путем насыщения материнского молока МЭ через продукты питания и прием пищевых добавок. В экспериментальных и клинических работах показано, что пребиотики (компоненты пищи, которые в результате избирательной стимуляции роста и жизнедеятельности полезной микрофлоры кишечника оказывают благоприятное воздействие на организм) и микроэлементы при помощи различных механизмов влияют на функцию иммунной системы, при этом пребиотики способствуют реализации эффектов МЭ (Бельмер, 2009). Оптимизация биоэлементного состава грудного молока путем коррекции дисбаланса микроэлементов у беременных и кормящих женщин, по мнению О.А. Сенькевич с соавт. (2009), является наиболее физиологическим способом устранения нутрициальных дефицитов у новорожденных. Тонкие регуляторные механизмы, существующие между матерью и ребенком, позволяют доставить в детский организм именно то количество элемента, которое необходимо. При анализе имеющихся данных нужно учитывать сложные межэлементные взаимоотношения как в отдельном организме (матери или ребенка), так и однонаправленную передачу минеральных веществ от матери к ребенку в период грудного вскармливания.

Таким образом, проведенный анализ элементного спектра волос позволил оценить состояние минерального обмена в организме матери и грудного ребенка, а также степень проявления взаимосвязей «элемент–элемент» в системе «мать–ребенок» на основе расчета коэффициента детерминации R^2 .

В результате проведенного исследования установлено, что для обеих групп характерен выра-

женный дисбаланс основных эссенциальных элементов. При этом в организме матерей избыточные концентрации элементов встречаются в единичных случаях, в то время как широко представлены дефицитные состояния по основным эссенциальным биоэлементам: Co, Mg, Ca, Cu, K, Na, P, I. «Элементный портрет» организма ребенка на первом году жизни, напротив, отмечается повышенным содержанием большинства химических элементов, среди которых Mn, I, Fe, P. Подобное явление «сверхзапасания» или «superretention» в детском организме обусловлено, по-видимому, повышенной потребностью в биоэлементах организма ребенка в период внутриутробного и постнатального развития (Залавина и др., 2006). Отмечена выраженная зависимость содержания в системе «мать–ребенок» тяжелых и токсичных металлов (V, Cd, Hg, Pb, Ni).

Благодаря полученным результатам можно предположить, что посредством тонких регуляторных механизмов в системе «мать–ребенок», предупреждение микроэлементозов, а также коррекция выявленных нарушений элементного баланса посредством оптимизации питания и приема биологически активных добавок к пище в организме женщины незамедлительно найдет свое отражение в количественном содержании химических элементов в организме ребенка.

ЛИТЕРАТУРА

- Авцын А.П. Недостаточность эссенциальных микроэлементов и ее проявления в патологии // Архив патологии. 1990. Т. 52. Вып. 3. С. 3–6.
- Бедненко Л.П., Левченко И.Л. Особенности элементного статуса у детей с неврологической патологией, перенесших внутриутробные инфекции // Материалы II международной научно-практической конференции «Биоэлементы». Оренбург, 2006. С. 40–49.
- Бельмер С.В. Микроэлементы, пребиотики, кишечная микрофлора, иммунитет // Педиатрия. 2009. Т. 87. № 3. С. 92–94.
- Васильева Т.Г., Кочеткова Е.А. Особенности обмена кальция и фосфора у детей раннего возраста // Вестник ДВО РАН. 2006. № 2. С. 91–96.
- Вершубская Г.Г., Козлов А.И., Козловская А.В., Шкарабунова Е.Д., Бойко Е.Р. Репродуктивное поведение женщин и размеры тела новорожденных Европейского Севера, Урала и Сибири // Экология человека. 2009. № 4. С. 35–40.
- Журавлева Е.А., Каминская Е.Н., Бульина Е.А., Сошницкая Е.В., Киртич И.А., Чумакова Г.Н. Роль цинка и меди в микронутриентном статусе новорожденного // Экология человека. 2007. № 11. С. 23–27.
- Залавина С.В., Скальный А.В., Ефимов С.В., Васькина Е.А. Многоэлементный портрет детей дошкольного возраста в условиях накопления кадмия // Вестник ОГУ. Приложение «Биоэлементология». 2006. № 12. С. 101–103.

- Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г., Громова О.А. Иммунофармакология микроэлементов. М.: КМК, 2000. 540 с.
- Курец Н.И. Роль дисбаланса химических элементов в формировании хронической патологии у детей // Медицинские новости. 2006. № 2. С. 7–17.
- Лобанова Ю.Н. Особенности элементного статуса детей из различных регионов России. Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2007. 19 с.
- Ломакина А.Н., Титова О.Е., Бичкаева Ф.А., Чумакова Г.Н. Влияние факторов сезонности и фотопериодичности на витаминный статус в диаде «мать – дитя» // Экология человека. 2009. № 11. С. 47–51.
- Луговая Е.А., Максимов А.Л. Элементный профиль организма жителей Северо-Востока России // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012. № 6. С. 17–21.
- Матальгина О.А. Питание беременных и кормящих женщин. Решенные и нерешенные проблемы // Вопросы современной педиатрии. 2008. Т. 7. № 5. С. 58–70.
- Мельников А.А., Савин А.А., Емельянова Л.В., Викулов А.Д. Устойчивость позы во время статического напряжения до и после субмаксимального аэробного велоэргометрического теста у спортсменов // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 2. С. 66–72.
- Московчук К.М., Московчук О.Б., Евстафьева Е.В., Демченко В.Ф. Элементный состав биосред рожениц и новорожденных на городских и пригородных территориях // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2012. № 12. С. 977.
- Нетребенко О.К. Роль меди и селена в питании недоношенных детей // Педиатрия. 2005. № 2. С. 59–64.
- Одинаева Н.Д., Яцык Г.В., Скальный А.В. Макро- и микроэлементы: анализ волос недоношенных новорожденных // Микроэлементы в медицине. 2002. Т. 3. Вып. 1. С. 63–66.
- Полянчикова О.Л., Дубисская Л.А. Задержка развития плода у беременных женщин, проживающих на территории экологического неблагополучия // Медицина труда и промышленная экология. 2008. № 12. С. 40–43.
- Протасова О.В., Ботвин М.А., Ананьев В.А., Захарова О.В., Сиordia А.А. Метаболизм меди в раннем онтогенезе и роль церулоплазмينا грудного молока как фактора, поддерживающего гомеостаз меди у новорожденных // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2007. Т. 6. № 3. С. 27.
- Савченко Т.И., Чанкина О.В., Куценогий К.П., Чуркина Т.В., Тузанкина И.А., Попов А.А., Изможерова Н.В., Стрюкова О.Ю. Многоэлементный анализ крови и волос женщин разного возраста, матерей и их новорожденных детей // Тезисы VII конф. «Аналитика Сибири и Дальнего Востока-2004». Новосибирск, 2004. С. 38.
- Сенькевич О.А., Сиротина З.В., Ковальский Ю.Г., Цыганова И.В., Бердников Н.В., Авдеев Д.В., Зазулина В.Е. Содержание эссенциальных микроэлементов в волосах здоровых новорожденных детей и их матерей // Дальневосточный медицинский журнал. 2007. № 1. С. 69–72.
- Сенькевич О.А., Сиротина З.В., Комарова З.А. Биоэлементная ценность женского грудного молока при нормальном течении беременности и невынашивании // Дальневосточный медицинский журнал. 2009. № 4. С. 77–79.
- Сибилева Е.Н. Транзиторная гипертиреотропинемия у новорожденных в йодобеспеченном регионе // Экология человека. 2004. № 3. С. 21–23.
- Сиротина З.В., Сенькевич О.А. Микроэлементный дисбаланс в формировании патологии маловесных новорожденных на Дальнем Востоке // Дальневосточный медицинский журнал. 2010. № 4. С. 47–50.
- Скальный А.В. Референтные значения концентраций химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО «Центр биотической медицины») // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. Вып. 1. С. 55–56.
- Скальный А.В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал // Вестник СПб Гос. мед. академии им. И.И. Мечникова. 2002. № 1–2(3). С. 62–65.
- Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климато-географических регионов. Дисс. докт. мед. наук. М., 2000. 361 с.
- Скальный А.В., Горбачев А.Л., Велданова М.В. Элементный статус детей Северо-Востока России. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2004. 189 с.
- Скальный А.В., Яцык Г.В., Одинаева Н.Д. Микроэлементозы у детей: распространенность и пути коррекции. Практическое пособие для врачей. М., 2002/2. 86 с.
- Софронов В.В., Валиев В.С. Содержание микроэлементов у новорожденных различного гестационного возраста // <http://ipenant.ru/ipencontent/index.php/biokehimiya-i-meditsina/blog/99-novorozhdennyie-i-mikroelementy>. 2012.
- Тарханова А.Э., Ковальчук Л.А. Макро- и микроэлементы в сыворотке крови беременных женщин и их новорожденных в условиях урбанизированной среды // Тезисы XXI съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова. М., Калуга: ООО «БЭСТ-принт», 2010. С. 597–598.
- Тарханова А.Э., Ковальчук Л.А., Тарханов А.А. Макро- и микроэлементы в системе «мать – плацента – новорожденный» на фоне железодефицитной анемии беременных женщин // Материалы Междунар. симп. «Адаптационная физиология и качество жизни: проблемы традиционной и инновационной медицины». М.: РУДН, 2008/1. С. 337–339.
- Тарханова А.Э., Ковальчук Л.А., Тарханов А.А. Оценка микроэлементного обмена у новорожденных детей с задержкой внутриутробного развития // Вестник восстановительной медицины. 2008/2. № 5А (28). С. 62–66.
- Фавье М., Хининджер-Фавье И. Микроэлементы и беременность // Микроэлементы в медицине. 2002. Т. 3. Вып. 4. С. 2–6.
- Хамидуллина Э.М. Особенности накопления макро- и микроэлементов в биосредах системы «мать – плацента – новорожденный» в условиях города с высокой

техногенной нагрузкой. Автореф. дис. канд. мед. наук. Уфа: Башкирский гос. мед. ун-т, 1997. 27 с.

Шуц И.В. Особенности протекания беременности у женщин в республике Саха-Якутия (по данным многоэлементного анализа волос) // Вестник ОГУ. 2006. № 12. С. 299–300.

Щеплягина Л.А., Крутикова Н.Ю., Моисеева Т.Ю., Лебедева Е.А., Круглова И.В., Самохина Е.О., Храмова С.Н., Арсеньева Е.Н. Состояние костного метаболизма

и линейный рост младенцев в зависимости от обеспеченности кальцием матери // Вопросы современной педиатрии. 2006. Т. 5. № 5. С. 86–89.

Lind T., Lonnerdal B., Stenlund H., gamayanti I., Isma-il D., Seswandhana R., Persson L. A community-based randomized controlled trial of iron and zinc supplementation in infants: effects on growth and development // The American journal of clinical nutrition. 2004, 80:729–736.

THE INTERRELATION OF MOTHER AND BABY'S ELEMENT SYSTEM PARAMETERS

E.A. Lugovaya, E.M. Atlasova

Scientific Research Center “Arktika” Far-East Branch of Russian Academy of Sciences, Karl Marx str. 24, Magadan, 685000; e-mail: elena_plant@mail.ru

ABSTRACT. The method of atomic emission and mass spectrometry with inductively coupled argon plasma was used to examine hair samples taken from breast-feeding babies 0–6 months old and their mothers (n = 33) in order to determine the contents of 25 macro- and trace elements as well as to study interrelations observed in the body element system of mother and baby. It was found that the mother bodies show very few excess elements while prevalence of deficiency states were the following: Co (70% cases), Mg (70%), Ca (67%), Cu (61%), K (55%), Na (49%), P (33%), I (30%). The babies showed excess in Mn (73% cases), I (58%), Fe (30%), P (30%). The following percentage of deficiency states were observed in the babies: Co and Cu in 73 and 67% cases, respectively. The pair analysis enabled to reveal strong reliable correlations between the mother and the baby's body Se, Pb, medium correlations – for Cd and Hg, and moderate ones – for B, Ni, and Si. That is, the pronounced interdependence was mainly determined for heavy and toxic metals. Based on the assessment of determination coefficient we assume that the element homeostasis in the mother and baby's bodies is 14–81% determined by the correlations of “element–element” within the system “mother–baby”, while the rest dispersion is apparently connected with other factors, which influence the element component.

KEYWORDS: macro element, trace element, imbalance, mother, children.

REFERENCES

- Avtsyn A.P.* // Arkhiv patologii. 1990, 52(3):3–6 (in Russ.).
- Bednenko L.P., Levchenko I.L.* // Proc. II Int. Conf. “Bioelements”. Orenburg, 2006, 40–49 (in Russ.).
- Belmer S.V.* // Pediatriya. 2009, 87(3):92–94 (in Russ.).
- Vasilyeva T.G., Kochetkova E.A.* // Vestnik DVO RAN. 2006, 2:91–96 (in Russ.).
- Vershubskaya G.G., Kozlov A.I., Kozlovskaya A.V., Shkaraburova E.D., Boyko E.R.* // Ekologiya cheloveka. 2009, 4:35–40 (in Russ.).
- Zhuravleva E.A., Kaminskaya E.N., Bul'ina E.A., Sosnitskaya E.V., Kirpich I.A., Chumakova G.N.* // Ekologiya cheloveka. 2007, 11:23–27 (in Russ.).
- Zalavina S.V., Skalny A.V., Efimov S.V., Vas'kina E.A.* // Vestnik OGU. Prilozhenie Bioelementologiya. 2006, 12:101–103 (in Russ.).
- Kudrin A.V., Skalny A.V., Zhavoronkov A.A., Skalnaya M.G., Gromova O.A.* [Immunopharmacology of trace elements]. Moscow: KMK, 2000 (in Russ.).
- Kurets N.I.* // Meditsinskie novosti. 2006, 2:7–17 (in Russ.).
- Lobanova Yu.N.* [Peculiarities of elemental status of children from different regions of Russia]. PhD Thesis. Moscow, 2007 (in Russ.).
- Lomakina A.N., Titova O.E., Bichkaeva F.A., Chumakova G.N.* // Ekologiya cheloveka. 2009, 11:47–51 (in Russ.).
- Lugovaya E.A., Maksimov A.L.* // Voprosy biologicheskoy, meditsinskoj i farmatsevticheskoy khimii. 2012, 6:17–21 (in Russ.).

- Matalygina O.A.* // *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2008, 7(5):58–70 (in Russ.).
- Mel'nikov A.A., Savin A.A., Emel'yanova L.V., Vikulov A.D.* // *Fiziologiya cheloveka*. 2012, 38(2):66–72 (in Russ.).
- Moskovchuk K.M., Moskovchuk O.B., Evstaf'eva E.V., Demchenko V.F.* // *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. 2012, 12:977 (in Russ.).
- Netrebenko O.K.* // *Pediatriya*. 2005, 2:59–64 (in Russ.).
- Odinaeva N.D., Yatsyk G.V., Skalny A.V.* // *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2002, 3(1):63–66 (in Russ.).
- Polyanchikova O.L., Dubisskaya L.A.* // *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008, 12:40–43 (in Russ.).
- Protasova O.V., Botvin M.A., Anan'ev V.A., Zakharova O.V., Siordiya A.A.* // *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii*. 2007, 6(3):27 (in Russ.).
- Savchenko T.I., Chankina O.V., Kutsenogiy K.P., Churkina T.V., Tuzankina I.A., Popov A.A., Izmozherova N.V., Stryukova O.Yu.* // *Abstr. VII Conf. "Analytics in Siberia and Far East – 2004"*. Novosibirsk, 2004. P. 38 (in Russ.).
- Sen'kevich O.A., Sirotina Z.V., Koval'skiy Yu.G., Tsyganova I.V., Berdnikov N.V., Avdeev D.V., Zazulina V.E.* // *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2007, 1:69–72 (in Russ.).
- Sen'kevich O.A., Sirotina Z.V., Komarova Z.A.* // *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2009, 4:77–79 (in Russ.).
- Sibileva E.N.* // *Ekologiya cheloveka*. 2004, 3:21–23 (in Russ.).
- Sirotina Z.V., Sen'kevich O.A.* // *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2010, 4:47–50 (in Russ.).
- Skalny A.V.* // *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2003, 4(1):55–56 (in Russ.).
- Skalny A.V.* // *Vestnik SPb Gos. med. akademii im. I.I. Mechnikova*. 2002, 1–2(3):62–65 (in Russ.).
- Skalny A.V.* [Ecological and physiological suggestion of macro- and trace elements use effectiveness in subjects from different climato-geographical regions]. MD Thesis. Moscow, 2000 (in Russ.).
- Skalny A.V., Gorbachev A.L., Veldanova M.V.* [Elemental status of children from the North-East of Russia]. Orenburg, 2004 (in Russ.).
- Skalny A.V., Yatsyk G.V., Odinaeva N.D.* [Microelementoses in children: prevalence and ways of correction]. Moscow, 2002 (in Russ.).
- Sofronov V.V., Valiev V.S.* // <http://ipenant.ru/ipencontent/index.php/biokhimiya-i-medsina/blog/99-novorozhdennye-i-mikroelementy>. 2012 (in Russ.).
- Tarkhanova A.E., Koval'chuk L.A.* // *Abstr. XXI Congr. of I.P.Pavlov Physiological Society*. Moscow – Kaluga, 2010. P. 597–598 (in Russ.).
- Tarkhanova A.E., Koval'chuk L.A., Tarkhanov A.A.* // *Proc. Int. Symp. "Adaptational physiology and life standards: the problems of traditional and innovational medicine"*. Moscow, 2008, 1:337–339 (in Russ.).
- Tarkhanova A.E., Koval'chuk L.A., Tarkhanov A.A.* // *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2008, 5A:62–66 (in Russ.).
- Favier M., Hininger-Favier I.* // *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2002, 3(4):2–6 (in Russ.).
- Khamidullina E.M.* [Peculiarities in accumulation of macro- and trace elements in body fluids in the system "mother – placenta – newborn" under conditions of urban environment with high technogenic load]. PhD Thesis. Ufa, 1997 (in Russ.).
- Shits I.V.* // *Vestnik OGU*. 2006, 12:299–300 (in Russ.).
- Shcheplyagina L.A., Krutikova N.Yu., Moiseeva T.Yu., Lebedeva E.A., Kruglova I.V., Samokhina E.O., Khramtsova S.N., Arsen'eva E.N.* // *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2006, 5(5):86–89 (in Russ.).
- Lind T., Lonnerdal B., Stenlund H., gamayanti I., Isma-il D., Seswandhana R., Persson L.* // *Am J Clin Nutr*. 2004, 80:729–736.