

УДК 612.0-053.2 (1-17)

ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА Г. МАГАДАНА

Степанова Е. М., Луговая Е. А.

НИЦ «Арктика» ДВО РАН, Магадан, Россия (685000, Магадан, пр. Карла Маркса, 24), e-mail: elena_plant@mail.ru

С целью изучения элементной системы организма жителей г. Магадана, обследованы дети 1–3 лет. Методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой определено содержание 25 химических элементов в волосах детей. По нашим данным, у 88 % детей обнаружен дефицит Co, 73 % – Mg, 57 % – Cu, 51 % – Ca, 49 % – Mn, 41 % – Fe, 33 % – P, 31 % – Se, 29 % – Zn и 25 % – K и Na. Избыточные концентрации в волосах встречались реже и отмечены для Cr и Na (43 %), Si (29 %), Fe и K (25 %). Содержание тяжелых металлов в организме детей находится в пределах нормальных значений, только в единичных случаях выявлен избыток Li, Pb и B. На основании силы и количества корреляционных связей рассчитан показатель степени адаптированности элементной системы детей, значение которого составило 9,14 усл. ед., что может являться следствием физиологической незрелости функциональных систем детского организма. Не оставляет сомнений необходимость своевременной коррекции существующего дисбаланса макро- и микроэлементов путем обогащения рационов питания необходимыми нутриентами с целью предупреждения их дефицита.

Ключевые слова: макро- и микроэлементы, дети раннего возраста, север, адаптация.

ELEMENTAL STATUS OF EARLY AGED CHILDREN, RESIDING IN MAGADAN TOWN

Stepanova E. M., Lugovaya E. A.

SRC "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russia (685000, Magadan, Karl Marx Street, 24), e-mail: elena_plant@mail.ru

To evaluate elemental system of residents of Magadan town, children, aged 1-3, were surveyed. Content of 25 chemical elements was measured by atom-emission spectrometry with inductively bonded argon plasma. As it is turned out from results, deficiency of Co is discovered in 88% of children, Mg – in 73 %, Cu – 57 %, Ca – 51 %, Mn – 49 %, Fe – 41 %, P – 33 %, Se – 31 %, Zn – 29 %, K and Na – 25 %. Excess content of Cr and Na (43 %), Si (29 %), Fe and K (25 %) in hair samples was rarely noted. Content of heavy metals is in the range of ordinary values, only in isolated cases excess of Li, Pb and B was discovered. On the basis of power and number of correlations, index of adaptation level of elemental system was measured. Its value is 9,14 rel.un and it can be a consequence of physiological immaturity of functional systems of infantine organism. Surely it is necessary to correct existing misbalance of macro- and trace elements by enrichment of food ration necessary nutrients in order to prevent its deficiency.

Keywords: macro- and microelements, children of early age, the North, adaptation.

На современном этапе развития знания о роли химических элементов в регуляции процессов жизнедеятельности и формировании важнейших адаптивных механизмов организма человека вопросы изучения элементного профиля отдельных групп населения в различных климатических, географических, биогеохимических и социально–экономических условиях по-прежнему не теряют своей актуальности. На сегодняшний день на территории Магаданской области практически не проводились исследования, направленные на выявление особенностей элементного статуса родившихся и проживающих в регионе детей раннего возраста.

Состояние здоровья детского населения отражает многообразие воздействующих на человека биологических, социально-экономических, экологических факторов и традиционно рассматривается как индикатор качества среды обитания. Дети раннего возраста в силу

возрастной ранимости адаптационных механизмов и других анатомо-физиологических особенностей наиболее чувствительны к внешним воздействиям [9]. Одним из условий успешной адаптации и поддержания высоких функциональных резервов в условиях северного региона является адекватное потребностям поступление и содержание в организме макро- и микроэлементов (МЭ) в данных биогеохимических условиях.

Цель исследования – установление диапазона крайних нормальных (минимальных и максимальных) значений содержания химических элементов в волосах детей 1–3 лет, родившихся и постоянно проживающих в г. Магадане, и общий анализ выявленных особенностей элементного статуса их организма.

Материал и методы исследования

Методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП) на приборе Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США) в АНО Центр биотической медицины (г. Москва) определяли содержание 25 МЭ (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) в волосах детей 1–3 лет г. Магадана (n=51). Средний возраст обследованных лиц составил $1,97 \pm 0,09$ лет.

Забор волос производился с соблюдением требований биомедицинской этики и сопровождался добровольно полученным письменным информированным согласием родителей обследуемых детей.

Для оценки степени дисбаланса МЭ в качестве референтных величин концентраций элементов в волосах использованы среднероссийские показатели [7, 8].

Формулы элементного дисбаланса выведены на основе умеренных и выраженных частот избытка или дефицита элемента в исследуемой группе (более 25 % от общего числа): в числителе – избыток, в знаменателе – недостаток.

На основании силы и количества корреляционных связей между МЭ определяли показатель степени адаптированности элементной системы организма к условиям окружающей среды

(А): $A = \frac{n \cdot \sum K_k}{N}$, где А – степень адаптированности в усл. ед., n – количество

корреляционных связей между элементами с коэффициентом корреляции 0,5 и более, $\sum K_k$ – сумма коэффициентов корреляции без учета знака, N – число элементов, объединенных в плеяды [1].

Для установления нормативных показателей содержания химических элементов в волосах применяли метод центильных шкал, который позволяет проводить статистическую обработку данных вне зависимости от законов распределения содержания химических элементов и тем самым учитывать многофакторность воздействий на обменные процессы в организме [2]. Значения концентраций, попадающие в интервал P25-P75, расценивали как

нормальные, P10-P25 и P75-P90 – ниже или выше допустимых значений, до P10 и после P90 – очень низкие или очень высокие показатели.

Статистическая обработка данных произведена с использованием методов параметрической и непараметрической статистики в пакете прикладных программ Excel 2010: расчет средней (M) и ошибки измерения (m), стандартного отклонения (SD), медианы (Me), минимального (min) и максимального (max) значения в выборке, корреляционный анализ по Пирсону.

Результаты исследования и обсуждение

Проведенный анализ содержания химических элементов в волосах детей раннего возраста г. Магадана позволил выявить дисбаланс основных жизненно важных элементов. У 88 % детей обнаружен дефицит Co, 73 % – Mg, 57 % – Cu, 51 % – Ca, 49 % – Mn, 41 % – Fe, 33 % – P, 31 % – Se, 29 % – Zn и 25 % – K и Na. Избыточные концентрации МЭ в волосах встречались реже и отмечены для Cr и Na (43 %), Si (29 %), Fe и K (25 %). Среди условно-эссенциальных и токсичных элементов в волосах детей дисбаланс представлен избытком Pb в волосах 4 детей, Li – 2 детей и B – 12 детей.

Сравнение полученных нами данных о содержании химических элементов в волосах детей с референтными значениями концентраций химических элементов в волосах детей соответствующего возраста [7, 8] показало явное превышение концентрации Si у детей г. Магадана, что позволяет, вероятно, отнести регион к кремнийизбыточной биогеохимической провинции, а также установлены пониженные значения Ca, Cd, Co, Mn, Se, Sn.

Сопоставление полученных данных со среднероссийскими показателями позволило сформировать специфический портрет детей раннего возраста г. Магадана:

$$\text{Элементный профиль детей} = \frac{Cr, Na, Si, K}{Ca, Mg, Cu, Ca, Mn, Fe, P, Se, K, Na}$$

Для анализа характера распространенности элементного дисбаланса в организме детей и с целью установления региональной нормы рассчитаны границы стандартных центильных интервалов. В качестве соответствующего физиологическому содержанию химических элементов в волосах детей рассматривался интервал от 25 до 75 перцентиля. При сравнении наших данных с референтными значениями в аналогичной группе лиц видно, что почти все интервальные показатели и средние концентрации элементов в г. Магадане отличаются в меньшую сторону, кроме натрия, кремния, цинка и ванадия. Можно предполагать, что жизнедеятельность организма на фоне пониженного содержания элементов в волосах, наряду с физиологической незрелостью регуляторных механизмов детского организма, является предиктором развития с возрастом различных заболеваний в результате хронического напряжения функциональных резервов (таблица 1).

Таблица 1

Содержание химических элементов (мкг/г) в волосах детей 1–3 лет г. Магадана

МЭ	Наши данные (г. Магадан)			Референтные значения (А.В. Скальный, 2000, 2002)	
	M+m	Me	P25-P75	M	P25-P75
Al	12,57±1,01	10,55	7,28-15,51	24,07	14,67-29,26
As	0,11±0,01	0,09	0,06-0,12	0,17	0,00-0,42
B	9,72±0,48	2,03	1,45-5,37	-	-
Be	0,01±0,00	0,00	0,00-0,01	0,01	-
Ca	246,97±29,78	211,62	177,57-253,04	517,95	267-461
Cd	0,07±0,01	0,05	0,02-0,10	0,29	0,07-0,38
Co	0,02±0,00	0,01	0,01-0,02	0,30	0,07-0,28
Cr	0,92±0,09	0,77	0,46-1,26	1,03	0,48-1,25
Cu	10,24±0,30	9,74	8,97-11,41	9,91	7,80-11,40
Fe	26,54±6,02	16,71	13,79-24,55	26,24	14,47-26,96
Hg	0,21±0,03	0,14	0,06-0,27	-	-
I	4,27±0,94	1,62	0,86-4,33	-	-
K	1104,70±291,50	480,07	176,26-1270,72	1002,36	215-1621
Li	0,03±0,01	0,02	0,01-0,03	0,11	-
Mg	17,01±1,77	14,02	11,54-17,35	47,04	14-31
Mn	0,52±0,14	0,30	0,18-0,46	1,01	0,39-0,80
Na	736,06±115,20	365,70	107,81-1211,18	632,41	191-925
Ni	0,31±0,03	0,22	0,17-0,38	0,57	0,11-0,67
P	134,25±3,63	128,97	117,54-148,55	151,50	127-161
Pb	1,68±0,25	0,85	0,49-2,05	2,66	0,68-3,05
Se	0,41±0,03	0,40	0,28-0,51	1,68	0,63-1,92
Si	33,41±4,21	28,52	16,39-42,29	14,79	7-22
Sn	0,42±0,05	0,28	0,16-0,62	1,79	0,60-2,20
V	0,16±0,02	0,11	0,05-0,23	0,15	0,02-0,21
Zn	110,02±7,45	112,53	71,75-146,50	138,68	51-143

П р и м е ч а н и е: « - » – нет данных; P25–P75 – диапазоны концентраций МЭ между 25-м и 75-м перцентилями; полужирным шрифтом отмечены МЭ, средние концентрации которых выходят за границы диапазона P25–P75 референтных значений

Характер и уровень содержания в волосах обследованных лиц тяжелых и токсичных металлов позволяет говорить о том, что на фоне общей разбалансировки минерального обмена в условиях экстремального природно-климатического и биогеохимического окружения, отягчающего накопления токсичных элементов в организме детей Магаданского региона не наблюдается, что может свидетельствовать о достаточно благоприятной экологической обстановке в регионе.

При оценке корреляционных взаимосвязей между химическими элементами выявлено 18 положительных статистически значимых ($p < 0,05$) связей на уровне средней и сильной (таблица 2).

Таблица 2

Матрицы коэффициентов корреляции между химическими элементами в организме детей 1–3 лет г. Магадана

	<i>As</i>	<i>Ca</i>	<i>Cd</i>	<i>Co</i>	<i>Cr</i>	<i>Fe</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>V</i>	<i>Hg</i>	<i>Be</i>
<i>As</i>	1													
<i>Ca</i>	-0,09	1												
<i>Cd</i>	0,21	0,08	1											
<i>Co</i>	0,00	0,57	0,21	1										
<i>Cr</i>	0,87	0,06	0,24	0,14	1									
<i>Fe</i>	-0,15	0,89	0,06	0,63	0,04	1								
<i>K</i>	0,02	0,00	0,29	-0,12	-0,07	-0,06	1							
<i>Mg</i>	-0,12	0,81	0,26	0,51	0,03	0,72	0,14	1						
<i>Mn</i>	-0,13	0,83	0,21	0,61	0,03	0,91	-0,08	0,69	1					
<i>Ni</i>	0,22	0,18	0,33	0,60	0,19	0,22	0,02	0,31	0,18	1				
<i>Pb</i>	0,29	-0,01	0,64	0,24	0,28	0,04	0,09	0,00	0,23	0,21	1			
<i>V</i>	0,96	-0,03	0,15	0,07	0,88	-0,11	-0,05	-0,08	-0,11	0,24	0,22	1		
<i>Hg</i>	-0,10	-0,02	0,19	-0,13	-0,08	0,02	0,54	0,26	0,08	-0,10	-0,06	-0,13	1	
<i>Be</i>	0,52	0,10	0,04	0,01	0,43	-0,04	-0,15	-0,14	0,11	0,02	0,21	0,51	-0,14	1

Примечание: полужирным курсивом выделены средние и сильные коэффициенты корреляции; полужирным шрифтом выделены умеренные и слабые коэффициенты корреляции (при $p < 0,05$).

На основании числа корреляционных связей, суммы их коэффициентов и числа элементов, объединенных в плеяды, можно количественно оценить степень адаптированности (сбалансированности) системы [6]. Так, сумма коэффициентов корреляции без учета знака составила 12,69, что согласно формуле расчета степени адаптированности элементной системы организма, дало значение 9,14 усл. ед. Ранее нами были рассчитаны показатели степени адаптированности для грудных детей (до 1 года), для дошкольников и подростков [3, 4, 5]. Установлено, что элементная система организма детей г. Магадана до 1 года характеризуется показателем 7,78 усл. ед., детей-дошкольников – 66,7 усл. ед. и 33,9 усл. ед. у мальчиков и девочек соответственно, в 7–14 лет – 79,13 усл. ед. и 95,38 усл. ед., у мальчиков и девочек соответственно. Учитывая, что количество корреляционных связей может характеризовать степень устойчивости (адаптированности) функциональной системы организма в целом к факторам окружающей среды, полагаем, что невысокий показатель степени адаптированности элементной системы детей раннего возраста г. Магадана может явиться следствием физиологической незрелости функциональных систем организма.

Заключение

В данной работе впервые проведена комплексная оценка микроэлементного статуса детей 1–3 лет, родившихся и постоянно проживающих в г. Магадане. В условиях Севера нарушения

элементного гомеостаза с течением времени способны приводить к снижению адаптационных резервов организма. Ввиду того, что у детей в раннем возрасте закладывается основа будущего функционального состояния организма, то рост и развитие на фоне хронического дефицита химических элементов может привести к формированию целого ряда дисфункций физиологических систем и широкого спектра патологий. Таким образом, не оставляет сомнений необходимость своевременной коррекции существующего дисбаланса макро- и микроэлементов путем обогащения рационов питания необходимыми нутриентами с целью предупреждения и сокращения роста заболеваемости среди детского населения.

Список литературы

1. Баевский Р. М., Максимов А. Л., Берсенева А. П. Основы экологической валеологии человека. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2001. – 267 с.
2. Демидов В. А., Лакарова Е. В., Скальная М. Г., Скальный А. В. Элементный состав волос и заболеваемость взрослого населения // Вестник ОГУ. – 2011. – № 15 (134). – С. 45-48.
3. Луговая Е. А. Взаимосвязь параметров минерального обмена грудных детей и их матерей – пришлых жителей г. Магадана // Пятые Диковские чтения: Мат-лы науч.-практ. конф. Магадан, 18-20 марта 2008. – Магадан: Кордис, 2008. – С. 118-121.
4. Луговая Е. А., Атласова Е. М. Содержание биоэлементов в волосах детей дошкольного возраста г. Магадана // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9. – Ч. 4. – С. 811-815.
5. Луговая Е. А., Атласова Е. М., Максимов А. Л. Элементный «портрет» детей 7–14 лет г. Магадана // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – Ч. 4. – С. 846-850.
6. Максимов А. Л., Луговая Е. А. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов различных районов Северо-Востока России // Экология человека. – 2010. – № 7. – С. 30-35.
7. Скальный А. В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климато-географических регионов: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2000. – 361 с.
8. Скальный А. В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал // Вестник Санкт-Петербургской ГМА им. И. И. Мечникова. – 2002. – № 1–2 (3). – С. 62-65.
9. Сливина Л. П. Показатели здоровья детей раннего возраста в условиях крупного промышленного города // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 1. – С. 7-9.

Рецензенты:

Максимов А.Л., д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор НИЦ «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан.

Рыбченко А.А., д.т.н., профессор, заведующий лаб. экологической нейрокибернетики НИЦ «Арктика» ДВО РАН, г. Владивосток.