

УДК 574.24:612.064:616-053.4

## СОДЕРЖАНИЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦАХ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

© 2013 О.В. Савченко

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток

Поступила в редакцию 26.09.2013

Находясь в окружающей среде в повышенных концентрациях, химические элементы накапливаются в организме людей, оказывая негативные эффекты. В исследовании было определено содержание Cu, Fe, Mn, Co и Zn в волосах, моче и фекалиях у 50 детей дошкольного возраста методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Мониторинг содержания эссенциальных элементов в различных биологических образцах имеет большое значение для выработки референтных значений и норм содержания химических элементов и для оценки состояния здоровья детей.

Ключевые слова: Zn, Cu, Fe, Mn, Co, эссенциальные элементы, биомониторинг

Среди химических веществ, окружающих человека, значительное место занимают металлы. Они являются важной и необходимой частью нашей повседневной жизни. Промышленное и коммерческое использование металлов постоянно растет. В современных промышленных технологиях металлы используют в разработке и производстве полупроводников, сверхпроводников, магнитных сплавов, высокопрочной низколегированной стали [7]. Металлы значительно распространены, устойчивы во внешней среде, обладают способностью к кумуляции в организме и оказывают токсические эффекты на уровне низких концентраций. Многие металлы имеют важное значение для обеспечения нормального протекания биологических процессов и ферментативных реакций в организме, но их избыточное присутствие в окружающей среде представляет риск для здоровья [10]. Загрязнение внутренней среды организма может привести к напряжению защитно-приспособительных механизмов и развитию патологических состояний. Детский организм в силу своих особенностей и морфофункциональной незрелости в наибольшей степени подвержен воздействию различных физических и химических факторов внешней среды [3, 5, 19, 21]. Мониторинг содержания эссенциальных элементов у человека в различных биологических образцах имеет большое значение для выработки референтных значений и норм содержания химических элементов и для оценки состояния здоровья человека. Проведение биомониторинговых исследований с целью выявления отклонений в обмене макро- и микроэлементов является актуальным направлением современной медицины.

**Цель работы:** определение содержания Cu, Fe, Mn, Co и Zn в волосах, моче и фекалиях городских детей дошкольного возраста.

*Савченко Ольга Владимировна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории фармакологии. E-mail: lamani@mail.ru*

**Материалы и методы.** На проведение данного исследования было получено разрешение этического комитета Тихоокеанского государственного медицинского университета (г. Владивосток). На основании этого среди родителей с детьми 5-7 лет было проведено анкетирование. Из 73 опрошенных в исследовании согласились принять участие 50 детей обоих полов. У родителей и детей было получено письменное согласие на участие в исследовании, и они также были проинформированы о своем праве отказаться от участия в исследовании в любое время. Все дети проживали в г. Владивостоке и на момент обследования не имели инфекционных и иных заболеваний в острой форме. В волосах, моче и фекалиях детей определяли уровень Cu, Fe, Mn, Co и Zn.

Для кислотного разложения биологических образцов была использована микроволновая печь Mars (SEM Corporation, США), программируемая по времени и мощности от 100 до 1400 W. Уровень металлов определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AAA 6800 Shimadzu (Япония). Подготовка образцов волос для определения элементов выполнялась при помощи стандартных лабораторных процедур [16, 17]. Статистическая обработка данных выполнялась с помощью программы Statistica 10. Проверка распределения проводилась графически и с использованием критерия Шапиро-Уилка. Полученные данные не подчинялись закону нормального распределения, поэтому значения представлены как медиана (Me) и 25% (Q<sub>1</sub>) и 75% (Q<sub>3</sub>) перцентили.

**Результаты и обсуждение.** При определении содержания микроэлементов в моче и анализе полученных данных было обнаружено, что концентрация Zn, Cu, Fe и Co была значительно выше, чем значения данных элементов в работах других авторов [8, 12, 18] (табл. 1). Уровень элементов в волосах коррелировал с концентрацией элементов, определенных другими авторами [4, 9, 11, 13] (табл. 2). В фекалиях содержатся неабсорбированные

микроэлементы и элементы, которые выводятся из организма путем экскреции через желудочно-кишечный тракт (табл. 3). Измерение уровня элементов в фекалиях показывает общее воздействие

металлов на организм (из пищи и окружающей среды) и может быть полезным количественным показателем микроэлементной нагрузки [2, 6].

**Таблица 1.** Содержание эссенциальных элементов в моче у детей дошкольного возраста

Элементы (мкг/л)	Показатели			Значения элементов в других исследованиях (мкг/л)		
	Me	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>			
Zn	850,00	670,00	1080,00	628 <sup>[12]</sup>	482 <sup>[8]</sup>	430 <sup>[18]</sup>
Cu	68,00	54,00	87,00	29,6±6,8 <sup>[12]</sup>	14 <sup>[8]</sup>	8,3 <sup>[18]</sup>
Fe	48,50	34,50	91,50	25 <sup>[12]</sup>	--	4,9 <sup>[18]</sup>
Mn	1,00	1,00	5,50	5,2±0,7 <sup>[12]</sup>	0,1 <sup>[8]</sup>	0,53 <sup>[18]</sup>
Co	52,50	20,00	83,50	18 <sup>[12]</sup>	0,81 <sup>[8]</sup>	0,17 <sup>[18]</sup>

Примечание(здесь и далее): Me – медиана, Q<sub>1</sub> – 25% перцентили, Q<sub>3</sub> – 75% перцентили, -- нет данных

Оценка воздействия на человека токсичных соединений и элементов из окружающей среды путем измерения этих химических веществ или их метаболитов в различных биологических жидкостях и тканях человека называется биомониторингом [1, 14, 15]. Биомониторинг является актуальным направлением в экологической медицине, в сфере охраны здоровья и в науке. Это надежный

способ выявления и количественной оценки воздействия токсических веществ на человека [1]. Регулярный мониторинг необходим для принятия мер по снижению воздействия химических веществ на организм и для профилактики заболеваний, вызванных как избытком, так и недостатком элементов.

**Таблица 2.** Содержание эссенциальных элементов в волосах у детей дошкольного возраста

Элементы (мкг/г)	Показатели			Значения элементов в других исследованиях (мкг/г)			
	Me	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>				
Zn	79,00	55,00	110,00	172,08 <sup>[13]</sup>	155 <sup>[9]</sup>	181,6±54,0 <sup>[4]</sup> 194,6±69,7	104±9 <sup>[11]</sup> 107±4,81
Cu	10,70	9,10	13,40	12,7 <sup>[13]</sup>	12,0 <sup>[9]</sup>	12,7±3,3 <sup>[4]</sup> 22,0±68,8	10,64±1,54 <sup>[11]</sup> 8,37±0,53
Fe	27,35	20,90	35,00	8,47 <sup>[13]</sup>	--	44,8±18,0 <sup>[4]</sup> 47,5±25,9	59±7 <sup>[11]</sup> 50±9
Mn	1,40	0,80	2,20	0,67 <sup>[13]</sup>	--	3,43±2,47 <sup>[4]</sup> 2,92±1,74	4,88±1,0 <sup>[11]</sup> 7,77±1,24
Co	0,26	0,05	0,55	--	--	0,95±0,61 <sup>[4]</sup> 1,08±0,78	0,1±0,02 <sup>[11]</sup> 0,19±0,07

Наиболее часто химические элементы в организме определяют в образцах крови, сыворотки (плазмы) и в моче. Альтернативными биологическими образцами являются волосы, ногти, слюна. Однако выбор конкретного образца зависит от нескольких факторов, в том числе, от токсикокинетики химического элемента, процедуры сбора проб, удобства, возможности загрязнения пробы [15]. Моча является потенциально полезным показателем и может быть использована для оценки общего воздействия металлов на организм. Определение уровня химических элементов в разных образцах (моча, кал, волосы) может дать более информативную картину загрязнения внутренней среды организма [2].

Микроэлементы играют центральную роль в обмене веществ и поддержании основных функций организма. Недостаток или избыток элементов в течение длительного периода может привести к биохимическим, физиологическим или структурным изменениям во многих органах и развитию патологических состояний [20]. Важно адекватно оценивать изменения в уровне микроэлементов для своевременной профилактики многих заболеваний.

**Таблица 3.** Содержание эссенциальных элементов в фекалиях у детей дошкольного возраста

Элементы (мкг/г)	Показатели		
	Me	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Zn	300,00	221,00	442,00
Cu	39,40	35,60	63,20
Fe	163,00	85,00	322,00
Mn	104,50	80,00	147,00
Co	0,015	0,010	0,290

**Выводы:** данные, полученные в настоящем исследовании, свидетельствуют о повышенном содержании микроэлементов в организме детей. Результаты могут быть использованы в токсикологических исследованиях для сравнительной оценки уровней микроэлементов у детей. Исследование необходимо продолжить для установления взаимосвязи между избытком или недостатком элементов и состоянием здоровья детей, поскольку как недостаток, так и избыток эссенциальных элементов в организме могут быть причиной развития патологических состояний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Angerer, J. Human biomonitoring: State of the art / J. Angerer, U. Ewers, M. Wilhelm // Int. J. Hyg. Environ. Health. 2007. Vol. 210, № 3-4. P. 201-228.
2. Barbosa, F.Jr. A Critical Review of Biomarkers Used for Monitoring Human Exposure to Lead: Advantages, Limitations, and Future Needs / F.Jr. Barbosa, J.E. Tanus-Santos, R.F. Gerlach, P.J. Parsons // Environmental Health Perspectives. 2005. Vol. 113, №12. P. 1669-1674.
3. Cesar, C. Environmental impact on child health. Washington, D.C. PAHO, 2000. 36 p.
4. Chiba, M. Element concentrations in hair of children living in environmentally degraded districts of the East Aral Sea region / M. Chiba, K. Sera, M. Hashizume et al. // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2004. Vol. 259, № 1. P. 149-152.
5. Gebbers, J.O. Environmental health. Medical aspects – children unique vulnerability – perception of the environment // Schweiz Rundsch Med Prax. 2007. Vol. 96, № 12. P. 451-456.
6. Gwiazda, R. A Noninvasive Isotopic Approach to Estimate the Bone Lead Contribution to Blood in Children: Implications for Assessing the Efficacy of Lead Abatement / R. Gwiazda, C. Campbell, D.A. Smith // Environ Health Perspect. 2005. Vol. 113, № 1. P. 104-110.
7. Handbook on the Toxicology of Metals. Ed.: Nordberg G.F., Fowler B.A., Nordberg M., Friberg L.T. Third Edition. Elsevier. 2007. 992 p.
8. Heitland, P. Biomonitoring of 30 trace elements in urine of children and adults by ICP-MS / P. Heitland, D. Köster // Clin. Chim. Acta. 2006. Vol. 365, № 1-2. P. 310-318.
9. Lech, T. Lead, copper, zinc, and magnesium levels in hair of children and young people with some disorders of the osteomuscular articular system // Biol Trace Elem Res. 2002. Vol. 89, № 2. P. 111-125.
10. Mamtani, R. Metals and Disease: A Global Primary Health Care Perspective / R. Mamtani, P. Stern, I. Dawood, S. Cheemal // Journal of Toxicology. 2011. doi:10.1155/2011/319136.
11. Mohammed, N.K. Elemental Contents in Hair of Children from Two Regions in Dar Es Salaam // International Journal of Analytical Chemistry. 2012. doi:10.1155/2012/495043.
12. Moreno, M.E. Biomonitoring of metal in children living in a mine tailings zone in Southern Mexico: A pilot study / M.E. Moreno, L.C. Acosta-Saavedra, D. Meza-Figueroa et al. // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2010. Vol. 213, № 4. P. 252-258.
13. Ogboko, B. Trace Element Indices in Hair and Saliva of School Children // J. Basic. Appl. Sci. Res. 2011. Vol. 1, № 3. P. 169-177.
14. Parsons, P.J. Atomic spectrometry and trends in clinical laboratory medicine / P.J. Parsons, F. Barbosa // Spectrochim Acta Part B Atom Spectrosc. 2007. Vol. 62. P. 992-1003.
15. Rodrigues, J.L. Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements / J.L. Rodrigues, B.L. Batista, J.A. Nunes et al. // Science of The Total Environment. 2008. Vol. 405, № 1-3. P. 370-376.
16. Rodushkin, I. Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails / I. Rodushkin, M.D. Axelsson // Science of the Total Environment, Part I. 2000. Vol. 250, № 1-3. P. 83-100.
17. Rodushkin, I. Determination of low-abundance elements at ultra-trace levels in urine and serum by inductively coupled plasma-sector field mass spectrometry / I. Rodushkin, E. Engstrom, A. Stenberg, D.C. Baxter // Anal Bioanal Chem. 2004. Vol. 380, № 2. P. 247-257.
18. Rodushkin, I. Application of inductively coupled plasma sector field mass spectrometry for elemental analysis of urine / I. Rodushkin, F. Ödman // J. Trace Elem. Med. Biol. 2001. Vol. 14, № 4. P. 241-247.
19. Schneider, D. Children's environmental health: Reducing risk in a dangerous world / D. Schneider, N. Freeman. – Washington, DC: American Public Health Association. 2000. 324 p.
20. Shenkin, A. Micronutrients in health and disease // Postgrad Med. J. 2006. Vol. 82, № 971. P. 559-567.
21. Wigle, D.T. Environmental hazards: evidence for effects on child health / D.T. Wigle, T.E. Arbuckle, M. Walker et al. // Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews. 2007. Vol. 10, № 1-2. P. 3-39.

## CONTENTS OF ESSENTIAL ELEMENTS IN BIOLOGICAL SAMPLES AT PRESCHOOL AGE CHILDREN

© 2013 O.V. Savchenko

Institute of Marine Biology named after A.V. Zhirmunskiy DVO RAS, Vladivostok

Being in environment in the increased concentrations, chemical elements collect in human organism, rendering negative effects. In research the contents of Cu, Fe, Mn, Co and Zn in hair, urine and excrements at 50 children of preschool age was determined by method of atomic absorption spectrometry. Monitoring the contents of essential elements in various biological samples is of great importance for development the reference values and standards of chemical elements contents and for assessment the children health state.

Key words: Zn, Cu, Fe, Mn, Co, essential elements, biomonitoring

Olga Savchenko, Candidate of Medicine, Research Fellow at the Pharmacology Laboratory. E-mail: lamanit@mail.ru