

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗУБОВ И СЛЮНЫ У ДЕТЕЙ ЯКУТИИ

MAJOR AND TRACE ELEMENT CONCENTRATION IN TEETH AND SALIVA OF YAKUT CHILDREN

**В.И. Тимофеев¹, Г.З. Орджоникидзе², И.Н. Афанасьева¹,
В.С. Булгаков³, И.В. Радыш³**
**V.I. Timofeev¹, G.Z. Ordzhonikidze², I.N. Afanasjeva¹,
V.S. Bulgakov³, I.V. Radysh³**

¹ Вилюйская центральная улусная больница, г. Вилюйск, ул. Октябрьская, 29, Республика Саха (Якутия), Россия.

³ Московский научно-практический центр спортивной медицины Департамента здравоохранения, г. Москвы, ул. Земляной Вал, 53, Москва 107120 Россия.

³ Российский университет дружбы народов, медицинский факультет, ул. Миклухо-Маклая, 8, Москва, 117198, Россия

¹ Vilyujsk District Central Hospital, 29 Oktyabrskaya Str., Vilyujsk, Yakutia Russia.

³ Moscow Scientific-Practical Center of Sport Medicine, 53 Zemlyanoj Vai Str., Moscow 107120 Russia.

³ Medical Stuff, Russian People Friendship University, 8 Mikiukho-Maklaya str., Moscow, 117198 Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макроэлементы, микроэлементы, дети, зубы, слюна.

KEY WORDS: major elements, trace elements, children, teeth, saliva.

РЕЗЮМЕ: Изучено содержание 23 макро- и микроэлементов (Al, AS, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sr, Ti, Zn) в образцах зубов и слюны 198 детей, проживающих на территории Вилюйского улуса Республики Саха (Якутия). Обнаружен повышенный уровень содержания Ni, As, Si и Zn во временных зубах детей Вилюйского улуса по сравнению с данными литературы. Выявлены значимые различия в элементном составе слюны и временных зубов между возрастными группами детей 4-6 и 7-11 лет.

ABSTRACT: Concentration of 23 major and trace elements (Al, AS, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sr, Ti, Zn) in teeth and saliva samples from 198 children living in Vilyujsk District of Yakutia (Russia) was studied. Increased level of Ni, As, Si and Zn in temporary teeth of the Yakut children as against literary data was found. Significant differences in elemental content of saliva and temporary teeth between the children of 4-6 years old and those of 7-11 years old were detected.

Введение

Стабильность химического состава организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования.

Формирование элементного состава организма в процессе онтогенеза диктуется его текущей физиологической потребностью в макро- и микроэлементах, а также испытывает значительное влияние биогеохимических факторов и степени загрязнения окружающей среды токсическими элементами (Ковальский, 1982; Рихвановидр., 1993; Бабенко, 2001). Отклонения при поступлении в организм макро- и микроэлементов, нарушение их соотношений в рационе непосредственно сказываются на деятельности организма, могут снижать или повышать его сопротивляемость, а, следовательно, и способность к адаптации (Авцын и др., 1991; Агаджанян и др., 1998; Скальный, Кудрин, 2000; Сусликов, 2000; Агаджанян, Скальный, 2001). Как известно, Якутия, как и большинство территорий Сибири, по санитарно-экологической ситуации для человека является гипокомфортной зоной. Этому, помимо климатических факторов, способствует дисбаланс химических элементов в почве, воде и растениях.

Неблагоприятные условия среды обитания в первую очередь представляют опасность для детей, которые в силу морфофункциональной незрелости отличаются повышенной чувствительностью к недостаточному или избыточному поступлению химических элементов, различным внешним физическим и биологическим воздействиям. Поэтому, детский организм является своеобразным маркером

Таблица 1. Содержание химических элементов (мкг/г) во временных зубах у детей различных возрастных групп ($M \pm m$).

Элемент	1-я группа n=49	2-я группа n=149	Достоверность
Al	15,0±3,9	9,26±1,1	
As	0,106±0,009	0,255 ±0,079	p<0,05
Be	0,131 ±0,022	0,054 ±0,002	p<0,001
Ca	259668±3797	261629±1449	
Cd	0,058±0,013	0,021 ±0,002	p<0,01
Co	0,433±0,008	0,424 ±0,003	
Cr	0,494±0,044	0,382 ±0,034	p<0,05
Си	1,41±0,09	1,29±0,03	p<0,01
Fe	8,35±1,13	8,63±0,45	
Hg	0,021 ±0,003	0,055 ±0,008	p<0,001
K	633,6±45,6	651,1±19,7	
Li	0,160±0,031	0,168±0,004	
Mg	7158±294	5874±122	p<0,001
Mn	4,06±0,48	5,29±0,24	p<0,05
Mo	0,119±0,024	0,168±0,026	
Na	12061±1690	8613±544	p<0,05
Ni	9,73±0,18	8,92±0,08	p<0,001
P	144138±2095	144857±809	
Pb	5,13±0,55	4,85±0,34	
Se	0,281 ±0,032	0,162±0,005	p<0,001
Si	21,8±2,8	5,64±0,65	p<0,001
Sr	69,5±1,9	79,3±1,8	p<0,001
Ti	0,815±0,095	0,795 ±0,081	
Zn	204,4±16,3	305,7±32,4	p<0,01

Примечание: 1-я группа — дети 4-6 лет; 2-я группа — дети 7-11 лет.

состояния окружающей среды (Экологические и гигиенические проблемы..., 1998; Радый И.В. и др., 1999; Скальный и др., 2002; Горбачев и др., 2002). Известно, что недостаток некоторых макро- и микроэлементов оказывает прямое или косвенное влияние на состояние зубочелюстной системы детей (Мельниченко, Терехова, 2002; Cleymaetetal., 1991). Однако, несмотря на большое количество данных о физиологической роли отдельных химических элементов, в настоящее время мало работ изменения элементного гомеостаза зубов и слюны у детей на уровне популяции.

Некоторыми авторами выявлено, увеличение содержания ионов тяжелых металлов в молочных зубах детей (Сагет и др., 1990; Ретцнерова и др., 1993). Авторы считают, что накопление тяжелых металлов в организме детей связано с тем, они меньше подвержены миграции, чем взрослых, а также

Таблица 2. Содержание химических элементов (мкг/мл) в смешанной слюне у детей различных возрастных групп ($M \pm m$).

Элемент	1-я группа n=49	2-я группа n=149	Достоверность
Al	3,97±0,28	4,59±0,13	p<0,05
As	0,046±0,007	0,051 ±0,004	
Be	0,0002±0,0000	0,0006±0,0000	
Ca	50,8±1,5	53,4±0,8	
Cd	0,002±0,001	0,002±0,0003	
Co	0,002±0,0003	0,003±0,0003	
Cr	0,024±0,001	0,023 ±0,001	
Си	0,076±0,006	0,108±0,004	p<0,001
Fe	0,915±0,029	1,06±0,03	
Hg	0,003±0,0004	0,003±0,0003	
K	503,3±17,4	546,6±6,3	p<0,05
Li	0,0004±0,000	0,0004±0,000	
Mg	3,32±0,17	3,99±0,11	p<0,01
Mn	0,135±0,025	0,072 ±0,004	p<0,01
Mo	0,574±0,020	0,029 ±0,001	p<0,001
Na	219,1±16,5	355,1±15,9	p<0,001
Ni	0,108±0,002	0,111 ±0,002	
P	126,9±2,2	121,7±1,3	p<0,05
Pb	0,058±0,005	0,053 ±0,003	
Se	0,181 ±0,048	0,206±0,017	
Si	1,01±0,09	0,905 ±0,021	
Sr	0,019±0,001	0,024 ±0,001	p<0,001
Ti	0,016±0,001	0,017±0,001	
Zn	0,663±0,021	0,744 ±0,016	p<0,01

Примечание: 1-я группа — дети 4-6 лет; 2-я группа — дети 7-11 лет.

что исследование элементного статуса дает возможность установления закономерностей пространственных изменений депонирования элементов и, вместе с тем, существенно для определения его возрастных зависимостей.

Цель представленной работы являлось изучение элементного состава временных зубов и смешанной слюны у здоровых детей Якутии.

Материалы и методы

Общее число обследуемых составило 198 детей, из которых 49 это дети 4-6 лет (1-я группа) и 149 — 7-11 лет (2-я группа), постоянно проживающих на территории Якутии (Виллойский улус).

Содержание (мкг/г) двадцати четырех макро- и микроэлементов (Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Си, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sr, Ti, Zn) в

зубах и смешанной слюне определено в Центре Биотической медицины (директор — к.м.н. МТ. Скальная), г. Москва, методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (АЭС-ИСП) на приборе Optima 2000 DV (PerkinElmer, США) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП) на приборе ELAN 9000 (PerkinElmer, США) (Скальный и др., 2001).

Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета прикладных программ «Statistica 5.0» и «Excel 97» по общепринятым методикам параметрической, вариационной статистики, корреляционного и дисперсного однофакторного анализа. Достоверность различий оценивалась по критериям Стьюдента и Фишера.

Результаты и обсуждение

Результаты изучения минерального состава временных зубов детей представлены в таблице 1. Сравнение и имеющимся литературными данными (Iuengar et al., 1978) можно отметить, что концентрация большинства химических элементов укладывается в диапазон нормы. Исключение составили Ni, As, Si и Zn концентрация которых в зубах детей Якутии повышена, по сравнению с данными литературы.

Анализ полученных данных показал, что содержание макро- и микроэлементов в зубах детей обеих возрастных групп значительно отличаются. Так, в зубах 4-6-летних детей достоверно выше концентрация Na, Mg, Si, Se, Ni, Cd, Be, у 7-11-летних — Zn, Mn, Sr, As, Hg ($p < 0,05$ — $p < 0,001$). При этом достоверных различий содержания кальция и фосфора, а также кальций-фосфорного соотношения нами не выявлено. Хотя, более высокие значения этих химических элементов отмечались во 2-й группе.

Как известно, увеличение абсолютного количества минеральных компонентов и кальций-фосфорного соотношения в твердых тканях зубов способствует повышению их устойчивости к кислотной атаке и, следовательно, меньшей подверженности кариесу (Cleymaet et al., 1991).

Анализ полученных данных показал, что у 4-6-летних детей выявлено достоверное увеличение концентрации Na, Mg, Si, Se и снижению Zn в зубах. При этом отмечалось повышение Na/K коэффициента и снижение Ca/Mg, Zn/Cu ($p < 0,01$).

Особое внимание нужно обратить на содержание кремния в зубах 7-11-летних обследуемых, так как у них по сравнению с 1-й группой наблюдается снижение этого элемента почти в 4 раза, а также повышение концентрации ртути в 2,5 раза.

Содержание каждого отдельного микроэлемента в тканях зуба находится в тесной взаимосвязи с обменом других элементов.

При анализе корреляционных связей между содержанием различных элементов нами установле-

но, что в 1-й группе наблюдалось большее число достоверных как положительных, так и отрицательных корреляций пар элементов, по сравнению со 2-й группой. При этом у обеих групп достоверная ($p < 0,05$ - $0,001$) положительная корреляция обнаружена только в следующих парах элементов: Al-As, Al-Cu, Al-Se, As-Cd, As-Se, Ca-Co, Ca-P, Co-Mg, Co-Ni, Co-P, Cr-Ti, Cu-Fe, Cu-K, Fe-K, Li-Zn, Ni-P, Se-Zn и отрицательная — Ca-Fe, Cu-Mg, Fe-P, K-Mg, Mg-Mn.

В то же время, нами выявлены переходы от достоверной отрицательной корреляции до положительной в следующих парах элементов: Cd-Co, и наоборот — Fe-Li, Fe-Mg.

Таким образом, полученные данные показали, наличие достоверно выраженного межэлементного взаимодействия, которое отражает важную роль макро- и микроэлементов в формировании зубов у детей различных возрастных групп.

В таблице 2 приведены данные содержания макро- и микроэлементов в смешанной слюне детей различных возрастных групп. Из таблицы видно, что концентрация K, Mg, Zn, Si, Al, Sr достоверно выше в смешанной слюне обследуемых 1-й группы, а P, Mn, Mo — второй ($p < 0,05$ — $p < 0,001$).

Анализ содержания кальция, никеля, железа и селена в слюне детей выявил, что содержание перечисленных минеральных компонентов во 2-й группе, а фосфора и кремния в 1-й имеют тенденцию к повышению. Так, содержание кальция во 2-й группе выше в 1,05 раза, однако различия статистически недостоверны ($p > 0,05$). Содержание фосфора в слюне детей 1-й группы выше в 1,15 раза, различия достоверны ($p < 0,05$). При этом Ca/P коэффициент достоверно выше во 2-й группе, а Ca/Mg — первой ($p < 0,05$).

Стабильность содержания кальция и фосфора в слюне в течение суток свидетельствует об адаптивной способности слюнных желез к поддержанию гомеостаза твердых тканей зубов, т.е., по мнению В.К. Леонтьева (1983), увеличение количества неорганического фосфата является одним из факторов, усиливающих реминерализующий потенциал слюны.

Как видно из полученных данных (табл. 2) концентрация фосфата в смешанной слюне в 2 раза выше, чем кальция. Поэтому перенасыщенность слюны гидроксиапатитом создается за счет высокой концентрации фосфата, избыток которого в нейтральной и слабкокислой среде препятствует выходу ионов кальция и фосфора из эмали, способствуя тем самым сохранению определенного состава твердых тканей зубов (Леонтьев, 1983).

При корреляционном анализе не выявлено значимых связей между концентрацией макро- и микроэлементов слюны и зубов, за исключением слабой положительной связи в 1-й группе — K-K (+0,34) и отрицательной во второй — K-K (-0,26); Na-Na (-0,21); Zn-Zn (-0,19). Кроме того выявлена средняя отрицательная связь в следующих парах в 1-й груп-

пы: Ca-Ca (-0,54); Mg-Mg (-0,46); Ni-Ni (-0,41). Учитывая межэлементный синергизм и антагонизм, а также сложное взаимодействие на уровне живого организма отдельных микроэлементов, более чувствительным индикатором взаимосвязи элементов, являются корреляционные связи между соотношениями определенных элементных пар. Так, между коэффициентом Ca/P в слюне и Ca/P в зубах выявлена сильная отрицательная корреляционная связь: в 1-й группе она равнялась (-0,78), а во 2-й — (-0,66).

Таким образом, полученные данные показывают наличие статистически достоверной разницы в концентрации некоторых химических элементов в смешанной слюне и временных зубах детей различных возрастов.

Заключение

Можно предположить, что указанные особенности элементного состава зубов у детей из Вилюйского улуса Якутии связаны с неадекватным поступлением вышеуказанных элементов с продуктами питания и питьевой воды, что приводит к возникновению дисбалансов их содержания в организме детей, и, как следствие, отражается на «элементном портрете» детского населения.

Кроме того, полученные данные могут быть использованы как региональная норма содержания макро- и микроэлементов в молочных зубах детей проживающих в Якутии, а молочные зубы детей могут и должны быть использованы для установления закономерностей химического загрязнения организма человека.

Литература

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. 1991. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина. 496 с.
- Агаджанян Н.А., Губин Г.Д., Губин Д.Г., Радыш И.В. 1998. Хроноархитектоника биоритмови среда обитания. М.-Тюмень: изд-во ТГУ. 168 с.
- Агаджанян Н.А., Скальный А.В. 2001. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: изд-во КМК. 83 с.
- Бабенко Г.А. 2001. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементы в медицине. Т.2. Вып.1. С.2-5.
- Горбачев А. Л., Скальный А.В., Вельданова М.В., Ефимова А.В., Луговая Е.А. 2002. Особенности элементного статуса детей с эндемическим зобом в г. Магадан // Микроэлементы в медицине. Т.3. Вып.3. С.22-19.
- Ковальский В.В. 1982. Геохимическая среда и жизнь. М.: Наука. 72 с.
- Леонтьев В.К. 1983. Об особенностях минерализующей функции слюны // Стоматология. № 6. С.5-8.
- Радыш И.В., Старшинов Ю.П., Куцов Г.М., Краюшкин С.И., Коротева Т.В. 1999. Особенности сезонной динамики показателей электролитного обмена у детей // Междунар. научно-практ. конф. «Здоровье студентов»: Тез. докл. М.: изд-во РУДН. С.67-68.
- Ретцнерова Е., Корсакова Л., Кашкан Г., Швайбович М. 1993. Атомно-абсорбционное атомно-эмиссионное определение микроэлементов в эмали зубов человека // Журнал аналитической химии. Т.48. Вып.4. С.754-758.
- Рихванов Л.П., Нарзулаев С.В., Язиков Е.Г. и др. 1993. Геохимия почв и здоровье детей Томска. Томск: изд-во ТГУ. 142 с.
- Сает Ю.Е., Ревич Б. А., Янин Е.П., Смирнова Р.С., Башаркевич И. Л., Онищенко Т. Л., Павлова Л.Н., Трефилова Н.Я., Ачкасов А.И., Саркисян С.Ш. 1990. Геохимия окружающей среды. М.: Недра. 335 с.
- Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г. 2001. Оценка элементного статуса популяции в гигиенической донозологической диагностике // Вестник СПб ГМА им. И.И. Мечникова. №2-3 (2). С.64-67.
- Скальный А.В., Кудрин А.В. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет. М.: Лир Макет. 457 с.
- Скальный А.В., Язык Г.В., Одинаева Н.Д. 2002. Микроэлементозы у детей: распространенность и пути коррекции. Практическое пособие для врачей. М. 86 с.
- Сусликов В.Л. 2000. Геохимическая экология болезней. Том.2. Атомовиты. М.: Гелиос АРВ. 672 с.
- Экологические и гигиенические проблемы здоровья детей и подростков. 1998. / Под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. М. 350 с.
- Cleymaet R., Retief D.H., Quartier E., Slop D. 1991. A comparative study of the lead and cadmium content of surface enamel of Belgian and Kenyan children // The Science of the Total Environment. Vol.104. P. 175-189.