

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВРЕМЕННЫХ ЗУБОВ И СМЕШАННОЙ СЛЮНЫ У ДЕТЕЙ

Изучен элементный состав временных зубов и смешанной слюны детей в возрасте от 5 до 10 лет. Выявлено, что элементный состав смешанной слюны отражает особенности содержания макро- и микроэлементов в молочных зубах. Показано, что анализы элементного состава слюны могут быть использованы в стоматологии и химико-токсикологических исследованиях в качестве неинвазивных методов диагностики. Предложены референтные величины для содержания химических элементов в молочных зубах и смешанной слюне

Стабильность химического состава организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Неблагоприятные условия среды обитания в первую очередь представляют опасность для детей, которые в силу морфофункциональной незрелости отличаются повышенной чувствительностью к недостаточному или избыточному поступлению извне химических элементов, различным внешним физическим и биологическим воздействиям. Поэтому, детский организм является своеобразным маркером состояния окружающей среды [3, 9, 10, 12, 17]. Дисбаланс макро- и микроэлементов оказывает прямое или косвенное влияние на состояние зубочелюстной системы детей [8, 16]. В зарубежной и отечественной научной литературе имеются в основном фрагментарные сведения об элементном составе зубов, в том числе временных, мало сведений о содержании в зубах и смешанной слюне макро- и микроэлементов, это приобретает особую актуальность, так как нерешенные вопросы сдерживают внедрение в стоматологическую практику новых диагностических и лечебных методов.

Целью работы явилось изучение содержания химических элементов во временных зубах и смешанной слюне у практически здоровых детей.

Материалы и методы

Обследовано 135 детей, постоянно проживающих на территории Северо-восточного административного округа (СВАО) г. Москвы (68 девочек и 67 мальчиков) в возрасте от 5 до 10 лет.

Определение элементного состава твердых тканей временных зубов и смешанной слюны проводилось методами ИСП-МС и ИСП-АЭС по методике, утвержденной МЗ РФ [5] в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая 2003).

В биосубстратах определяли содержание 24 химических элементов: К, Na, Са, Mg, P, Со, Cr,

Cu, Fe, Mn, Zn, Se, As, Li, Sn, Si, Ni, Al, Cd, Be, Sn, Pb, Hg, Sr.

Образцы биосубстратов исследовали в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ, МЗ СССР (1989), а также МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03. В качестве референтного использовали образец волос производства Шанхайского института ядерной физики АН КНР (GBW09101).

В связи с тем, что официальные границы нормы по содержанию большинства химических элементов в исследуемых биосубстратах детей не установлены, в качестве нормативных значений нами использовались условные биологически допустимые уровни, предложенные А.В. Скальным [12, 13, 14].

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием программы «Microsoft Excel XP», «Statistica 6.0.» и включала описательную статистику, оценку достоверности различий по Стьюденту и корреляционный анализ с оценкой достоверности коэффициентов корреляции.

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ показал, что по элементному составу твердых тканей временных зубов мальчики отличаются от девочек повышенным содержанием Be, Cd, Fe, K, Li, Mn, Pb, Se, Si, Zn и пониженным Al, As, Ca, Co, Cr, Cu, Mg, Mo, Na, Ni, P, Hg, Sr, Sn. В смешанной слюне мальчиков повышен уровень Al, Li, Mn, Na, Si, Sr и снижен As, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mo, Ni, P, Pb, Se, Sn, Zn по сравнению с девочками.

Проведенный нами корреляционный анализ позволил выявить ряд интересных закономерностей, в значительной степени подтверждающих данные сравнительного анализа информативности временных зубов и смешанной слюны. Наиболее часто выявлялись достоверные корреляционные связи между содержанием таких химических элементов в зубах и слюне, как Pb ($r = 0,32$), Co ($r = 0,28$), Mg ($r = -0,32$), Si ($r = 0,33$), P ($r = -0,39$), Na

($r = -0,28$), Fe ($r = -0,22$), Sr ($r = 0,23$) и Ca ($r = 0,25$). Отрицательная корреляционная связь между концентрацией в слюне и временных зубах детей P, Na, Mg и Fe, возможно, свидетельствует о роли слюны в качестве источника ионов этих элементов и/или отражает сложные межэлементные взаимодействия (например, функциональный антагонизм Ca и P, Ca и Mg).

Как известно, в процессе созревания эмали, т. е. формирования ее кариесорезистентности, происходит повышение содержания кальция и фосфора в поверхностных слоях с перераспределением химических элементов в структуре эмали, что необходимо учитывать при проведении первичной и вторичной профилактики кариеса зубов [1]. Кроме того, 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 [16].

Сравнительный анализ показал, что соотношения Ca/P в твердых тканях временных зубов достоверно выше ($p < 0,05$) у мальчиков, чем у девочек, а в слюне достоверных различий не выявлено, хотя наблюдается тенденция к повышению у девочек (рис. 1).

Как известно, слюна является основным путем поступления кальция в эмаль зуба. Следует отметить, что В.К. Леонтьев [6] обнаружил небольшое, но достоверное повышение содержания Ca⁺⁺ в слюне при кариесе. Уровень Ca⁺⁺ в смешанной нестимулированной слюне детей 4–12 лет с множественным кариесом был несколько выше, чем при компенсированной форме заболевания [4]. Как видно из полученных данных, концентрация фосфата в смешанной слюне в 2–3 раза выше, чем кальция. Поэтому перенасыщенность слюны гидроксиапатитом создается за счет высокой концентрации фосфата, избыток которого в нейтральной и слабощелочной среде препятствует выходу ионов кальция и фосфора из эмали, способствуя тем самым сохранению определенного состава твердых тканей зубов.

Полученные нами данные свидетельствуют, что соотношение Ca/Mg в тканях молочных зубов и смешанной слюне достоверно выше ($p < 0,05$) у девочек, чем у мальчиков (рис. 2).

Известно, что рост кристаллов апатитов как необходимой части процесса минерализации зубов, усиливается при значительном увеличении концентрации магния. В соответствии с результатами исследований В.К. Леонтьева, И.В. Ганзиной [7], увеличение степени минерализации происхо-

Таблица 1. Среднее содержание химических элементов во временных зубах и смешанной слюне у практически здоровых детей ($M \pm m$)

Элемент	Мальчики		Девочки	
	Зубы (n=67)	Слюна (n=67)	Зубы (n=68)	Слюна (n=68)
Al	26,5±2,1	2,06±0,31*	31,8±2,5*	0,373±0,043
As	0,076±0,006	0,005±0,0003	0,083±0,009	0,010±0,002*
Be	0,443±0,008*	0,005±0,001	0,206±0,011	0,007±0,002
Ca	216060±2253	37,1±2,1	218514±2475	46,8±2,9*
Cd	0,056±0,007	0,005±0,001	0,051±0,012	0,013±0,002**
Co	0,348±0,011	0,002±0,0001	0,445±0,016*	0,003±0,001
Cr	0,306±0,022	0,025±0,002	0,591±0,019*	0,042±0,004**
Cu	0,488±0,031	0,048±0,004	0,612±0,044*	0,084±0,009**
Fe	14,1±1,2**	0,336±0,036	7,81±0,5	0,558±0,058*
Hg	0,306±0,026	0,002±0,0003	0,337±0,042	0,004±0,0003
K	668,4±28,4*	712,3±39,4	567,8±30,1	795,4±36,9
Li	0,880±0,085*	0,027±0,004*	0,536±0,033	0,014±0,002
Mg	5354±144	5,16±0,25	5421±174	6,09±0,23
Mn	2,34±0,22*	0,079±0,011	1,51±0,13	0,063±0,009
Mo	0,265±0,102	0,002±0,0003	0,435±0,113*	0,002±0,0004
Na	5603±211	499,2±38,4	6931±367*	439,8±40,8
Ni	6,18±0,37	0,021±0,002	8,59±0,48*	0,028±0,003*
P	125465±1056	144,1±7,5	130289±1402*	146,2±6,8
Pb	1,26±0,11*	0,008±0,001	1,01±0,09	0,014±0,003**
Se	0,326±0,032	0,016±0,001	0,292±0,045	0,031±0,006*
Si	60,3±4,1*	7,19±1,17*	49,1±3,8	3,52±0,26
Sr	145,4±9,1	0,209±0,047	156,6±11,5	0,137±0,013
Sn	0,095±0,013	0,003±0,0002	0,181±0,027*	0,009±0,003**
Zn	330,9±23,8*	0,419±0,031	215,1±14,6	0,453±0,024

Примечание: * достоверные отличия ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$)

Таблица 2. Содержание химических элементов в тканях временных зубов и смешанной слюне у практически здоровых детей 5-10 лет

Элементы	Зубы, мкг/г	Слюна, мкг/мл
Al	5-25	0,15-3,5
As	< 0,12	< 0,02
Be	< 0,25	< 0,004
Ca	210000-260000	22-60
Cd	< 0,06	< 0,003
Co	0,3-0,5	< 0,002
Cr	0,1-0,5	0,01-0,03
Cu	0,4-1,0	0,02-0,09
Fe	5-15	0,15-1,0
Hg	< 0,03	< 0,004
K	400-800	310-650
Li	< 0,6	< 0,009
Mg	5000-7000	3-6,5
Mn	1-4,5	0,007-0,08
Mo	0,05-0,15	0,001-0,01
Na	4000-8000	330-650
Ni	7-10	0,006-0,1
P	120000-150000	90-160
Pb	< 5	< 0,04
Se	0,1-0,4	0,01-0,05
Si	10-50	0,8-4,0
Sr	70-130	0,02-0,15
Sn	0,03-0,4	0,001-0,01
Zn	150-250	0,2-0,8

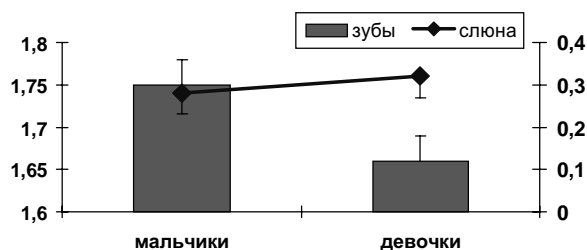


Рисунок 1. Соотношение Ca/P (усл. ед.) в твердых тканях временных зубов смешанной слюне детей

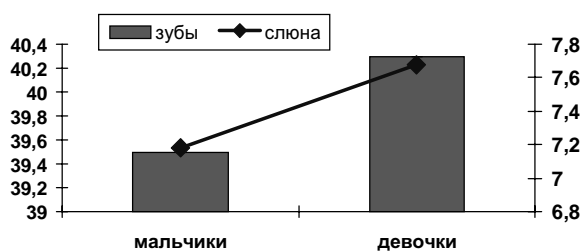


Рисунок 2. Соотношение Ca/Mg (усл. ед.) в твердых тканях временных зубов смешанной слюне детей

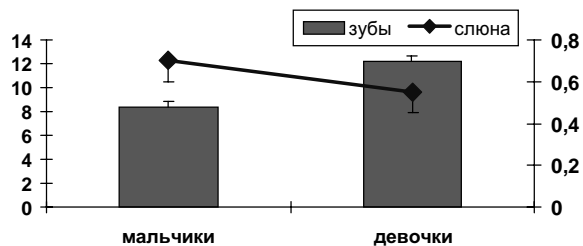


Рисунок 3. Соотношение Na/K (усл. ед.) в твердых тканях временных зубов смешанной слюне детей

дит за счет замещения части атомов кальция в кальцийдефицитном апатите на магний, что, в свою очередь, стабилизирует эмаль вследствие дополнительного связывания фосфат-ионов в узлах кристаллической решетки

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 смешанной слюне и твердых тканях зубов выявлена сильная корреляционная связь: в группе мальчиков она равнялась ($r=0,68$; $p<0,001$), а девочек – ($r=0,59$; $p<0,003$); Ca/Mg ($r=0,51$; $p<0,009$ и $r=0,62$; $p<0,001$), соответственно.

Нами выявлены достоверные различия концентрации K и Na у детей в твердых тканях временных зубов и смешанной слюне. При этом более высокие значения Na/K коэффициента в твердых тканях временных зубов наблюдались у мальчиков ($p<0,05$), а в смешанной слюне – у девочек (рис. 3).

Известно, что существует обратная корреляционная связь между величиной Na/K коэффициента в слюне и уровнем альдостерона в крови, поэтому натрий-калиевый коэффициент слюны может являться косвенным показателем минералокортикоидной функции надпочечников. Некоторые авторы рассматривают увеличение натрия в слюне в качестве показателя, свидетельствующего о снижении общей функциональной активности организма [11], а натрий-экскреторную функцию слюнных желез – как теста, отражающего состояние вегетативного гомеостаза организма [2].

Таким образом, наибольшую ценность для исследования обмена макро- и микроэлементов в полости рта у детей, естественно, представляет анализ временных зубов и смешанной слюны. При этом о статусе многих элементов достаточно достоверно можно судить по определению их в одном из биообразцов. Например, определение повышенной концентрации в смешанной слюне детей Ca, Sr, Co, Pb и Hg можно расценивать как показатель их повышенного содержания в тканях молочных зубов. Эти данные подтверждают диагностическую ценность анализа смешанной слюны как неинвазивного теста в детской стоматологии и химико-токсикологических исследований.

Согласно мнению ряда авторов, интервал значений, лежащий в диапазоне от 25 до 75 центиля, можно считать границами физиологической нормы [13,14, 15]. Нами была предпринята попытка

разработки ориентировочных границ физиологической нормы содержания химических элементов, в молочных зубах и смешанной слюне детей с применением этого подхода (табл. 2).

Естественно, полученные величины не могут, считаться окончательными границы физиологической нормы будут уточняться по мере накопления данных об элементном составе зубов и смешанной слюны.

Таким образом, проведенное исследование позволило обосновать ориентировочные границы физиологической нормы содержания 24 химических элементов в молочных зубах и смешанной слюне детей в возрасте от 5 до 10 лет, которые могут быть использованы при изучении этиологии и патогенеза болезней зубов и полости рта, в возрастной физиологии и экологии человека.

Список использованной литературы:

1. Антонішин Б.В. // Вісн. стоматол. – 1996. – №5. – С. 339-343.
2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 299 с.
3. Горбачев А.Л., Скальный А.В., Вельданова М.В., Ефимова А.В., Луговая Е.А. // Микроэлементы в медицине. – 2002. – Т.3. – Вып.3. – С. 22-19.
4. Елизарова В.М., Петрович Ю.А. // Стоматология. – 1997. – №4. – С. 23-27.
5. Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабеклис А.Р., Кузнецов В.В. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: Методические указания (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). М.: ФЦГСЭН МЗ РФ. – М., 2003. – 56 с.
6. Леонтьев В.К. // Стоматология. – 1983. – №6. – С. 5-8.
7. Леонтьев В.К., Ганзина И.В. // Стоматология. – 2002. – №3. – С. 12-15.
8. Мельниченко Э.М., Горбачева К.А., Яцук А.И., Чешко Н.Н. // Стоматология. – 1996. – №2. – С. 59-61.
9. Одинаева Н.Д., Яцук Г.В., Скальный А.В. // Микроэлементы в медицине. – 2002. – Т.3. – Вып.1. – С. 63-66.
10. Радыш И.В., Коротеева Т.В. // Экология человека. – 2001. – №2. – С. 35-37.
11. Семенова Т. Д. Исследование особенностей экскреции натрия и калия со слюной как метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – М., 1972. – 17 с.
12. Скальный А.В., А.Т. Быков, Яцук Г.В. Микроэлементозы и здоровье детей. – М., 2002. – 133 с.
13. Скальный А.В., Быков А.Т., Серебровский Е.П., Скальная М.Г. Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 134 с.
14. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Издат. Дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 216 с.
15. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. Том 2. Атомовиты. – М.: Гелиос АРВ, 2000. – 672 с.
16. Cleymaet R., Retief D.H., Quartier E., Slop D. // The Science of the Total Environment. – 1991. – V.104. – P. 175-189.
17. Tange T., Shimizu K., Imashiro S., Kumasaka S., Higaki M. // Shoni Shikagaku Zasshi. – 1990. – V. 28. – N 2. – P. 359-370.