

УДК 616.316-008.8:612.017-053.2

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ

Доменюк Д.А.¹, Ведешина Э.Г.², Кочконян А.С.², Арутюнян Ю.С.¹, Орфанова Ж.С.¹, Карслиева А.Г.¹

¹ГБОУ ВПО "Ставропольский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ставрополь, e-mail: domenyukda@mail.ru

²ГБОУ ВПО "Кубанский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар

С помощью лабораторно-диагностических методов проведено исследование электролитного состава и водородного показателя смешанной слюны у детей, подростков в возрасте от 7 до 14 лет с зубочелюстными аномалиями. Установлено, что адекватным показателем, отражающим интенсивность морфофункциональных нарушений при зубочелюстных аномалиях в ротовой жидкости, является увеличение градиента соотношения железо/магний, а также снижение градиента соотношения калий/кальций при сдвиге водородного потенциала в щелочную сторону.

Ключевые слова: электролитный состав, водородный показатель, корреляционный анализ, зубочелюстные аномалии, оксидативный стресс

DIAGNOSTIC VALUE OF ORAL LIQUID ELECTROLYTE CONCENTRATION IN EVALUATING DENTOALVEOLAR ANOMALIES

Domenyuk D.A.¹, Vedeshina E.G.², Kochkonyan A.S.², Arutyunyan Yu.S.¹, Orfanova G.S.¹, Karslieva A.G.¹

¹Stavropol State Medical University, Stavropol, e-mail: domenyukda@mail.ru

²Kuban State Medical University, Krasnodar

Laboratory-diagnostic methods were used to study the electrolyte composition as well as the hydrogen index of mixed saliva in 7–14 year-old children and adolescents with dentoalveolar anomalies. It has been shown that a reliable index revealing the intensity of morphological and functional disturbances in case of dentoalveolar anomalies is an increase in the iron/magnesium ratio gradient as well as a decrease in the potassium/calcium ratio gradient along with a shift of the hydrogen potential towards alkali in the oral liquid.

Keywords: electrolyte composition, hydrogen index, correlation analysis, dentoalveolar anomalies, oxidative stress

По данным ВОЗ (2009) распространенность зубочелюстных аномалий (ЗЧА) в структуре стоматологической заболеваемости у детей и подростков находится на третьем месте после кариеса и патологии пародонта, имея тенденцию к дальнейшему устойчивому росту [6,9].

В соответствии с современными научными положениями, состояние зубочелюстной системы у детского населения рассматривается в качестве

индикатора состояния соматического здоровья, а изменения стоматологического статуса у детей с различными отклонениями здоровья являются отображением происходящих в макроорганизме метаболических, гемодинамических, иммунологических и нейрорегуляторных нарушений, а также сдвигами микробиоценоза. Подтверждением сформулированных научных позиций о морфофункциональной основе единства соматического и стоматологического здоровья является единство генезиса кожи и

ее производных, а также опорно-двигательной системы, лицевой части черепа, клапанов сердца и сосудов. Поэтому одной из актуальных проблем медицинской науки и практического здравоохранения на современном этапе является совершенствование диагностических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на улучшение стоматологического здоровья детского населения, а также предупреждение функциональных нарушений зубочелюстной системы, являющихся пусковыми механизмами развития общесоматической патологии [2,3].

Многочисленно проводимые лабораторно-диагностические исследования в области изучения роли дисбаланса макро- и микроэлементов в формировании здоровья детского населения доказывают, что элементный обмен в норме существенно зависит от показателей иммунного статуса, а также климатогеографических, экологических, генетических, биосоциальных и хронобиологических факторов, определяющих в целом общее состояние резистентности организма [1,10]. Действие химических элементов обуславливается интервалом концентраций, при которых допустимо протекание нормальных обменных процессов. Выраженность обменных реакций определяется согласованной работой адаптационных механизмов и возможностями, программированными и установленными генотипом [8].

В научной литературе представлены убедительные доказательства того, что происходящие при ЗЧА морфофункциональные сдвиги сопровождаются не только изменением микробиоценоза в полости рта, что является важным патогенетическим механизмом, но и нарушением гомеостатического равновесия и, в частности, его элементного статуса [4,5,7]. В этой связи представляется целесообразным изучение корреляционных связей между степенью выраженности морфологических изменений и электролитным составом смешанной слюны

у детей и подростков с аномалиями зубочелюстной системы. Результаты корреляционного анализа, как интегрального показателя метаболических нарушений, позволят не только выявить дисбаланс макро- и микроэлементов, но и установить эффективность адаптационных механизмов, направленных на нормализацию элементного состава ротовой жидкости.

Цель исследования – оценить влияние зубочелюстных аномалий на элементный состав и уровень кислотно-основного равновесия смешанной слюны у детей и подростков.

Материалы и методы исследования

Изучение содержания элементного состава (Ca, Fe, K, Mg) и уровня pH в нестимулированной ротовой жидкости (НРЖ) проведено у 68 практически здоровых пациентов (I, II группа здоровья) в возрасте от 7 до 14 лет с интактными зубами, а также имеющими компенсированную форму кариеса (единичные кариозные поражения – I степень кариеса) без патологии пародонта (индекс РМА $\geq 20\%$). Пациенты были разделены на три группы диспансерного наблюдения. В 1-ю группу вошли 24 пациента с ЗЧА I класса по Энглю; во 2-ю группу включено 23 пациента с ЗЧА II класса, 1 и 2 подклассов по Энглю; в 3-ю группу включен 21 пациент с ЗЧА III класса по Энглю-Катцу. Диагноз был поставлен на основании классификации Энгля, дополненной классификацией Д.А. Калвелиса (1957) и классификацией аномалий зубов и челюстей кафедры ортодонтии и детского протезирования МГМСУ им. А.И. Евдокимова (2006). Все пациенты с ЗЧА проходили клиническое обследование, включающее сбор анамнеза и осмотр. У всех детей и подростков были проведены антропометрические исследования лица и головы пациента, а также анализ контрольно-диагностических моделей челюстей. Изучали взаимоотношение размеров зубов, ширину зубных рядов по Pont, сагиттальные изменения по методу Korkhaus, соотношение сегментов зубных дуг – по Gerlach, оценивали форму зубных рядов, их соотношение, а также положение отдельных зубов в сагиттальной, трансверсальной и вертикальной плоскостях. В качестве дополнительных методов исследования использовалось рентгенологическое исследование (ортопантомография, телерентгенография, внутриротовая контактная рентгенография). Анализ боковых телерентгенограмм головы проводили по методу Шварца.

Забор НРЖ у каждого обследуемого проводили в клинике натошак с 8 до 9 часов утра. Пациентов просили не проводить процедуры, стимулирующие слюноотделение, предварительно пациентам всех обследуемых групп проведена профессиональная

чистка зубов. При исследовании элементного состава забор НРЖ в количестве 0,7 мл производился непосредственно из полости рта, с последующим помещением материала в пробирку объемом 10 мл (методика Карасевой Р.В., 2006) и хранением образцов при температуре от 0 до +4°C. При анализе уровня рН аккумулярованную в полости рта НРЖ пациент сплевывал в стерильную градуированную охлажденную стеклянную пробирку в количестве 5-7 мл. Затем смешанная слюна центрифугировалась 15 минут при 8000 об/мин. Надосадочную часть НРЖ переливали в пластиковые пробирки и хранили при температуре -30 °С. Исследование элементного состава смешанной слюны выполнялись с использованием коммерческих наборов реактивов фирмы "BIOCON" ("Analyticon") на автоматическом биохимическом анализаторе "Vita lab Flexor E" (Нидерланды, 2002).

1. Метод определения концентрации кальция в биологическом материале. Исследование выполнялось с использованием коммерческих наборов реактивов фирмы "BIOCON" ("Analyticon") Fluitest® Ca A III (Каталожный № 2003). Принцип метода: Арсенazo III вступает в реакцию с кальцием в кислом растворе, образуя пурпурно-голубой комплекс. Интенсивность окраски развивается пропорционально концентрации кальция и измеряется фотометрически при длине волны (λ) 650 нм.

2. Метод определения концентрации магния в биологическом материале. Исследование выполнялось с использованием коммерческих наборов реактивов фирмы "BIOCON" ("Analyticon") Fluitest® MG XB (Каталожный № 3908). Принцип метода: интенсивность окраски образовавшегося магниевое комплекса с ксилидил синим прямо пропорционально концентрации магния, и измеряется фотометрически при длине волны (λ) 546 (520) нм.

3. Метод определения концентрации железа в биологическом материале. Исследование выполнялось с использованием коммерческих наборов реактивов фирмы "Диакон-ДС" Железо-ФС (Каталожный № 10091 серия 0060511)

колориметрическим методом (без протеинизации). Принцип метода: связанное с трансферрином железо отщепляется в кислой среде в виде трехвалентного железа и затем восстанавливается до двухвалентного в присутствии аскорбиновой кислоты. Двухвалентное железо образует с ференом окрашенный комплекс синего цвета, интенсивность окраски которого прямо пропорционально концентрации железа в пробе и измеряется фотометрически при длине волны (λ) 600 (580-600) нм.

4. Метод определения концентрации калия в биологическом материале. Исследование выполнялось с использованием коммерческих наборов реактивов фирмы "Витал" Калий-11-Витал (Каталожный № B26.11) турбодиметрическим методом (без протеинизации). Принцип метода: ионы калия, введенные в реакционную смесь, образуют стабильную суспензию. Мутность суспензии прямо пропорционально концентрации ионов калия в пробе и измеряется фотометрически при длине волны (λ) 578 (505 590) нм.

5. Для определения кислотно-основного состояния смешанной слюны использовался портативный многоцелевой рН-метр "HI8314F" ("HANNA", Германия) с автокомпенсацией (диапазон измерений - 0,0-14,0; разрешение - 0,01; точность измерения $\pm 0,01$). 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. При оценке достоверности отличий использовалось значение $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Элементный состав и уровень рН в НРЖ пациентов 1-й группы представлен в таблице 1.

Таблица 1

Элементный состав и уровень рН в НРЖ пациентов 1-й группы (M \pm m)

Состав	Показатели	Единицы измерения	Референтные значения нормы в НРЖ клинически здоровых	Источник
Кальций (Ca)	1,25 \pm 0,06*	ммоль/л	0,75–3,0	Денисов А.Б., 2006
Железо (Fe)	2,63 \pm 0,12*	мкмоль/л	1) 0,85 \pm 0,09 2) 1,4–1,72	Гильмиярова Ф.Н., 2007 Эльбекьян К.С., 2005
Калий (K)	24,2 \pm 1,1*	ммоль/л	12,8–25,6	Денисов А.Б., 2006
Магний (Mg)	0,31 \pm 0,02*	ммоль/л	0,38–0,85	Денисов А.Б., 2006
рН	6,8 \pm 0,3*	ед	6,5–7,4	Вавилова Т.П., 2008

Примечание: * – $p < 0,05$ статистически достоверно по сравнению с референтными значениями нормы клинически здоровых пациентов (критерий Ньюмена-Кейлса, критерий Данна).

У пациентов 1-й группы рН, параметры активности ионов кальция, калия в НРЖ находятся в пределах референтных значений нормы пациентов без ЗЧА. Относительно усредненных нормативных показателей пациентов без ЗЧА, активность ионов магния

снижена на $50,8 \pm 2,3\%$; ионов железа – повышена на $68,6 \pm 2,8\%$.

Элементный состав и уровень рН в НРЖ пациентов 2-й группы представлен в таблице 2

Таблица 2

Элементный состав и уровень рН в НРЖ пациентов 2-й группы (M±m)

Состав	Показатели	Единицы измерения	Референтные значения нормы в НРЖ клинически здоровых	Источник
Кальций (Ca)	$1,31 \pm 0,07^*$	ммоль/л	0,75–3,0	Денисов А.Б., 2006
Железо (Fe)	$3,81 \pm 0,18^*$	мкмоль/л	1) $0,85 \pm 0,09$ 2) 1,4–1,72	Гильмиярова Ф.Н., 2007 Эльбекьян К.С., 2005
Калий (K)	$24,5 \pm 1,2^*$	ммоль/л	12,8–25,6	Денисов А.Б., 2006
Магний (Mg)	$0,24 \pm 0,01^*$	ммоль/л	0,38–0,85	Денисов А.Б., 2006
рН	$6,6 \pm 0,3^*$	ед	6,5–7,4	Вавилова Т.П., 2008

Примечание: * – $p < 0,05$ статистически достоверно по сравнению с референтными значениями нормы клинически здоровых пациентов (критерий Ньюмена-Кейлса, критерий Данна).

У пациентов 2-й группы рН, показатели активности ионов кальция, калия в смешанной слюне находятся в пределах референтных значений нормы клинически здоровых детей. Сравнительно усредненных нормативных показателей пациентов без

ЗЧА, активность ионов магния снижена на $61,3 \pm 2,6\%$; ионов железа – повышена на $144,2 \pm 6,7\%$.

Элементный состав и уровень рН в НРЖ пациентов 3-й группы представлен в таблице 3.

Таблица 3

Элементный состав и уровень рН в НРЖ пациентов 3-й группы (M±m)

Состав	Показатели	Единицы измерения	Референтные значения нормы в НРЖ клинически здоровых	Источник
Кальций (Ca)	$1,47 \pm 0,08^*$	ммоль/л	0,75–3,0	Денисов А.Б., 2006
Железо (Fe)	$5,06 \pm 0,23^*$	мкмоль/л	1) $0,85 \pm 0,09$ 2) 1,4–1,72	Гильмиярова Ф.Н., 2007 Эльбекьян К.С., 2005
Калий (K)	$25,1 \pm 1,3^*$	ммоль/л	12,8–25,6	Денисов А.Б., 2006
Магний (Mg)	$0,21 \pm 0,01^*$	ммоль/л	0,38–0,85	Денисов А.Б., 2006
рН	$6,4 \pm 0,3^*$	ед	6,5–7,4	Вавилова Т.П., 2008

Примечание: * – $p < 0,05$ статистически достоверно по сравнению с референтными значениями нормы клинически здоровых пациентов (критерий Ньюмена-Кейлса, критерий Данна).

У пациентов 3-й группы рН, параметры активности ионов кальция, калия в НРЖ находятся в пределах референтных значений нормы пациентов без ЗЧА. По отношению к усредненным нормативным показателям пациентов без ЗЧА, активность ионов магния

снижена на $65,6 \pm 2,9\%$; ионов железа – повышена на $224,4 \pm 9,1\%$.

Системный анализ результатов лабораторно-клинических исследований позволяет утверждать, что наиболее выраженным колебаниям показателей при

ЗЧА у детей и подростков среди элементного состава смешанной слюны, по сравнению с усредненными референтными значениями нормы клинически здоровых пациентов, подвержено железу (прирост 1,68 – 3,24 раза) и магний (убыль 1,98 – 2,92 раза). Клинически обосновано, что в этиологии воспаления десны важную роль играют микроорганизмы, в частности стафилококки, находящиеся в зубном налете, жидкости зубодесневого кармана и слюне, для жизнедеятельности которых необходимо железо. Избыток железа ингибирует бактериостатическую роль лактоферрина, хемотаксис и фагоцитоз лейкоцитов, фагоцитоз макрофагов, трансформацию лимфоцитов, бактерицидную роль антител и комплемента. Гибель стафилококков под влиянием полиморфноядерных лейкоцитов ингибируется свободным (белково-связанным) железом, но не гемоглобином или каталазой. Также, в состав смешанной слюны поступают эритроциты, при распаде которых высвобождается небелковое железо, повышая общий уровень в этой среде. Вероятно, такое значимое увеличение концентрации железа в НРЖ отражает интенсивность оксидативного стресса, с одной стороны и проявление компенсаторной реакции при недостатке кислорода (гипоксии), с другой стороны, способствуя прогрессивному росту микрофлоры и поддержанию воспалительных процессов в ротовой полости [21,23].

Магний, являясь активатором для множества ферментативных реакций и важнейшим внутриклеточным элементом, участвует в обменных процессах, тесно взаимодействуя с калием, натрием, кальцием. Нормальный уровень магния в организме необходим для обеспечения "энергетики" жизненно важных процессов, регуляции нервно-мышечной проводимости, тонуса гладкой мускулатуры. Магний стимулирует образование белков, регулирует хранение и высвобождение АТФ, снижает возбуждение в нервных клетках. Доказано, что магний укрепляет иммунную систему, обладает антиаритмическим действием, способствует восстановлению тонуса после

физических нагрузок. Прогрессивное снижение уровня магния (1,98 – 2,92 раза), по нашему мнению, связано с тем, что магний является физиологическим антагонистом кальция и находится с ним в конкурентных отношениях.

Кальций является важнейшим составляющим организма (содержание около 1,4% от массы тела). Доминирующее положение кальция в конкуренции с другими металлами и соединениями на всех этапах метаболизма определяется его химическими особенностями – наличием двух валентностей и сравнительно небольшим атомным радиусом. Кальций, обладая высокой биологической активностью, выполняет в организме многообразные функции: регуляция внутриклеточных процессов; регуляция проницаемости клеточных мембран; регуляция процессов нервной проводимости и мышечных сокращений; поддержание стабильной сердечной деятельности и свертываемости крови; формирование костной ткани; минерализация зубов; участие в процессах свертывания крови; поддержание гомеостаза (ионное равновесие, осмотическое давление в жидкостях организма). Можно предположить, что увеличение уровня кальция в НРЖ при ЗЧА у детей и подростков напрямую зависит от степени морфофункциональных изменений, связанных с перестройкой зубочелюстного аппарата, а также повышением уровня железа, белка, ненасыщенных жирных кислот вследствие изменения ротового пищеварения. Рост содержания указанных веществ (железо, белки, ненасыщенные жирные кислоты) обеспечивает устойчивое поддержание высокого уровня кальция в смешанной слюне [25,26].

Калий является основным внутриклеточным катионом, причем концентрация в клетках на порядок выше, чем вне клеток. Систематизируя данные отечественных и зарубежных авторов можно систематизировать основные функции калия в организме: поддержание постоянства состава клеточной и межклеточной жидкости; поддержание рН равновесия; обеспечение межклеточных контактов;

обеспечение биоэлектрической активности клеток; поддержание нервно-мышечной возбудимости и проводимости; участие в нервной регуляции сердечных сокращений; поддержание водно-солевого баланса, осмотического давления; роль катализатора при обмене углеводов и белков; поддержание нормального уровня кровяного давления; участие в обеспечении выделительной функции почек. С нашей точки зрения, рост калий-экскреторной функции слюнных желез при увеличении выраженности морфофункциональных изменений в зубочелюстном аппарате, свидетельствует не только о снижении общей функциональной активности, но и нарушении вегетативного гомеостаза организма.

Заключение

Таким образом, установление корреляционных связей между элементным составом и уровнем кислотно-основного равновесия смешанной слюны у детей и подростков с зубочелюстными аномалиями является информативным, диагностически значимым тестом в определении степени морфологических изменений челюстно-лицевой области, адекватно отображая выраженность патологических процессов. Корреляционный анализ позволяет наиболее полно судить о динамике, а также особенностях взаимосвязи показателей элементного состава и уровня рН смешанной слюны, направленных на мобилизацию адаптационных механизмов.

Адекватным показателем, отражающим интенсивность морфологических и функциональных нарушений при зубочелюстных аномалиях у детей и подростков, является увеличение градиента соотношения железо/магний в ротовой жидкости, а также снижение градиента соотношения калий/кальций при сдвиге рН в щелочную сторону.

Дети и подростки, имеющие выраженные зубочелюстные аномалии, за счет достоверного повышения экскреции железа, снижения содержания магния, сдвига рН в

щелочную сторону, находятся в состоянии оксидативного стресса. Изменение кислотно-основного равновесия в щелочную сторону, а также длительный оксидативный стресс усиливают элементный дисбаланс в смешанной слюне, формируя предрасположенность к иммунопатологическим состояниям.

Список литературы

1. Агаджанян, Н.А. Экологический портрет человека и роль микроэлементов / Н.А. Агаджанян, М.В. Велданова, А.В. Скальный. – М.: Медицина, 2009. – 236 с.
2. Доменюк, Д.А. Оценка корреляционных связей между электролитным составом и показателями местного иммунитета смешанной слюны у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы (Часть I) / Д.А. Доменюк // Институт стоматологии. – 2014. – № 2 (63) – С. 66-68.
3. Доменюк, Д.А. Оценка корреляционных связей между электролитным составом и показателями местного иммунитета смешанной слюны у пациентов с аномалиями зубочелюстной системы (Часть II) / Д.А. Доменюк // Институт стоматологии. – 2014. – № 3 (64) – С. 63-66.
4. Доменюк, Д.А. Применение молекулярно-генетического метода для определения интенсивности морфофункциональных изменений у пациентов с зубочелюстной патологией (Часть I) / Д.А. Доменюк, Б.Н. Давыдов // Институт стоматологии. – 2014. – № 3 (64) – С. 78-80.
5. Доменюк, Д.А. Применение молекулярно-генетического метода для определения интенсивности морфофункциональных изменений у пациентов с зубочелюстной патологией (Часть II) / Д.А. Доменюк, Б.Н. Давыдов // Институт стоматологии. – 2014. – № 4 (65) – С. 72-78.
6. Доменюк, Д.А. Системный анализ факторов риска возникновения и развития кариеса у детей с аномалиями зубочелюстной системы (часть I) / Д.А. Доменюк, Б.Н. Давыдов // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2014. – Т. XIII. – № 3 (50). – С. 40-48.
7. Кручинина, Л.А. Водная фракция смешанной слюны и гомеостаз полости рта / Под ред. В.П. Дегтярева. – М.: Корал Клаб, 2007. – 56 с.
8. Кудрин, А.А. Иммунофармакология микроэлементов / А.А. Кудрин, А.В. Скальный, А.А. Жаворонков. – М.: КМК, 2010. – 456 с.
9. Персин, Л.С. Стоматология детского возраста / Л.С. Персин, В.М. Елизарова, С.В. Дьякова. – М.: Медицина, 2003. – 640 с.
10. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом "Оникс 21 век", 2004. – 272 с.