

ОЦЕНКА МЕТАБОЛИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИХ СООТНОШЕНИЙ У ДОШКОЛЬНИКОВ С УЧЕТОМ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИЩИ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

²Цирихова А.С., ¹Минаев Б.Д., ²Буцаев Т.М.

¹ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь, e-mail: hygiene@stgmu.ru;

²ГБОУ ВПО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Владикавказ, e-mail: vip.cirihova@mail.ru; gigiena-mpf@mail.ru

В статье изучен элементный статус волос детей дошкольного возраста с учетом использования разных технологий приготовления пищи в условиях ДОУ. У дошкольников, посещавших ДОУ № 46, где приготовление блюд осуществлялось по традиционной технологии, в волосах имело место избыточное накопление натрия, магния, калия, меди, железа и фосфора. У дошкольников, посещавших ДОУ № 54, где приготовление блюд осуществлялось по современной технологии с помощью пароконвектомата, отмечалось недостаточное содержание фосфора и железа. Установлено достоверно значимое превышение значений коэффициентов соотношений макро- и микроэлементов у обследованных дошкольников обеих групп наблюдения. Однако более выраженные нарушения метаболического обмена макро- и микроэлементов установлены у детей I группы, связанные с особенностями влияния традиционной технологии приготовления пищи.

Ключевые слова: элементный статус, макроэлементы, микроэлементы, метаболические связи, дети дошкольного возраста, дошкольные образовательные учреждения (ДОУ), технология приготовления пищи, пароконвектомат.

THE EVALUATION OF METABOLIC RELATIONS OF MACRO - AND TRACE ELEMENTS USING THE RATIOS OF THEIR PROPORTIONS IN PRESCHOOL CHILDREN WITH REGARD TO DIFFERENT PREPARATION TECHNIQUES IN PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

²Tsirihova A.S., ¹Minaev B.D., ²Butaev T.M.

¹Stavropol State Medical University of the Ministry of health of Russia, Stavropol, e-mail: hygiene@stgmu.ru;

²North Ossetian state medical Academy of the Ministry of health of Russia, Vladikavkaz, e-mail: vip.cirihova@mail.ru; gigiena-mpf@mail.ru

In the article, element status of hair of children of preschool age taking into account the use of different technologies of cooking in the conditions of kindergarten. In preschool children attending the kindergarten №46, where the cooking was carried out according to the traditional technology, the hair was excessive accumulation of sodium, magnesium, potassium, copper, iron and phosphorus. In preschool children attending the kindergarten №54, where the cooking was carried out according to modern technologies with the help of the oven, there was a lack of content of phosphorus and iron. Established statistically relevant exceeding the value of the coefficients of correlation of macro - and microelements in the examined preschool children of both groups of observations. However, more severe violations of the metabolic exchange of macro - and micronutrients established in children 1 groups associated with the peculiarities of influence of traditional cooking technology.

Keywords: element status, macroelements, microelements, metabolic communication, preschool age, preschool educational institution, technology of cooking, the convection steam oven.

Рациональное питание является одним из наиболее существенных и постоянно действующих факторов, обуславливающих правильные процессы роста и развития детского организма, а также формирование и сохранение здоровья в дошкольном возрасте. В этот период обмен веществ дошкольников характеризуется наибольшей интенсивностью и преобладанием анаболических процессов, для которых необходим оптимальный уровень

поступления пищевых веществ, в том числе макро- и микроэлементов (далее – МаЭ и МЭ). При этом ведущим фактором, благоприятно влияющим на обмен МаЭ и МЭ, является организация рационального питания в дошкольном образовательном учреждении (далее - ДООУ). Тем не менее на сегодняшний день во многих ДООУ организация питания и технология приготовления пищи для дошкольников оставляет желать лучшего. Следует отметить, что дисбаланс МаЭ и МЭ может проявляться во всех возрастных группах, но дети дошкольного возраста подвергаются наибольшему риску [5; 13]. В связи с этим возрастает актуальность внедрения современных технологий приготовления пищи в систему дошкольного питания.

В последние годы во многих образовательных учреждениях г. Ставрополя, в том числе и в ДООУ, для приготовления пищи стали использовать пароконвектоматы, процесс приготовления блюд которых существенно отличается от традиционной технологии [4; 14]. Блюда, приготовленные в пароконвектомате, имеют больший уровень содержания витаминов, эссенциальных МаЭ и МЭ за счет оптимальных условий приготовления пищи.

Цель исследования заключалась в изучении элементного статуса и метаболических связей МаЭ и МЭ с использованием коэффициентов их соотношений в волосах дошкольников в зависимости от разных технологий приготовления пищи в ДООУ.

Материал и методы исследования

Объектом исследования стали два ДООУ г. Ставрополя, выбор которых осуществлялся с учетом технологии приготовления пищи: 1) ДООУ № 46 «Первоцвет», в котором приготовление блюд осуществлялось по традиционной технологии; 2) ДООУ № 54 «Золотой ключик», в котором приготовление блюд осуществлялось по современной технологии с использованием пароконвектомата.

Путем сплошного метода неинвазивным способом были взяты образцы биологических объектов (волосы) дошкольников, посещавших ДООУ № 46 (I группа, n=100) и ДООУ № 54 (II группа, n=102) г. Ставрополя. От родителей дошкольников было получено добровольное письменное согласие на проведение неинвазивных диагностических мероприятий. Анализ исследуемых образцов волос включал определение в них натрия (Na), калия (K), магния (Mg), кальция (Ca), фосфора (P), цинка (Zn), меди (Cu), железа (Fe), марганца (Mn), кобальта (Co), хрома (Cr). Определение проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре (AAS2280 PerkinElmer, производство США) после предварительной пробоподготовки. Полученные результаты по содержанию химических элементов в волосах дошкольников сравнивались с границами нормального уровня содержания химических элементов по А.В. Скальному (2004), дополненными данными со средними значениями содержания химических элементов в волосах (p25-p75) для детей и подростков от 1 года до 18 лет [5; 13].

Для оценки метаболической активности химических элементов и определения тенденций формирования патологических, а также метаболических синдромов были использованы наиболее информативные коэффициенты соотношений эссенциальных МаЭ и МЭ: Ca/P, Ca/K, Na/K, Na/Mg, Fe/Cu, Fe/Co [2; 7].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием стандартных пакетов прикладных программ SPSS 16.0 for Windows. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, $\pm m$ – ошибка средней арифметической. Относительные величины представлены в виде $P \pm m_p\%$, где P - относительная величина, m_p – средняя ошибка относительной величины. При сравнении двух групп с нормальным характером распределения данных использовали t-тест для независимых группировок. Для всех видов анализа статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При изучении элементного состава волос детей I и II группы был выявлен дисбаланс МаЭ и МЭ различной степени выраженности, который имел свои характерные отличительные особенности в каждой отдельной группе. Проведенными исследованиями установлены повышенные уровни содержания натрия в волосах у детей I группы, тогда как у детей II группы средняя концентрация натрия в волосах соответствовала физиологическому уровню.

Уровень содержания МаЭ и МЭ (мкг/г) в волосах детей дошкольного возраста, посещавших ДОУ

МаЭ, МЭ	Диапазон нормы (А.В. Скальный, 2004)		Обследованные дети	
	нижняя	верхняя	дети I группы	дети II группы
			$M \pm m$	$M \pm m$
Na	75	562	1028,2±52,7**/#	386,2±20,4#
K	53	663	535,1±47,17	586,6±31,3
Mg	18	56	63,5±2,6*/#	49,7±3,4#
Ca	254	611	541,6±35,5#	382,3±22,2#
P	118	156	150,2±22,3#	27,4±0,5***/#
Fe	13	27	74,01±4,9***/#	60,7±2,1***/#
Cu	8	12	14,5±0,7**/#	10,2±0,3#
Co	0,02	0,11	2,5±0,35***/#	0,33±0,08***/#

Примечания:

M – средняя арифметическая, m – ошибка средней;

* - достоверность различий между значениями групп наблюдения и средним значением физиологической нормы для соответствующего элемента (при $p < 0,05$);

** - достоверность различий между значениями групп наблюдения и средним значением физиологической нормы для соответствующего элемента (при $p < 0,01$);

*** - достоверность различий между значениями групп наблюдения и средним значением физиологической нормы для соответствующего элемента (при $p < 0,001$);

- достоверность различий между I и II группами (при $p < 0,05$).

По среднему уровню содержания калия в волосах у детей I и II групп достоверных различий не было выявлено ($p > 0,05$). Средняя концентрация кальция в волосах детей I и II группы соответствовала физиологической норме, однако между ними были установлены достоверно значимые различия ($p < 0,05$). Вместе с тем повышенное содержание магния в волосах имели дети I группы ($p < 0,05$). У детей II группы уровень содержания этого МаЭ в волосах не превышал физиологическую норму.

Результаты изучения химического состава волос выявили достоверно значимые различия в уровне содержания фосфора. У детей II группы был установлен низкий уровень содержания фосфора в волосах, носивший тотальный характер ($p < 0,05$). При этом средняя концентрация содержания фосфора в волосах детей II группы составляла $27,4 \pm 0,5$ мкг/г, что в 4,3 раза меньше нижней границы физиологической нормы ($p < 0,001$). У детей I группы средняя концентрация этого МаЭ в волосах соответствовала физиологической норме ($150,2 \pm 22,3$ мкг/г).

Приготовление пищи для детей II группы осуществлялось с использованием пароконвектомата. На входе воды в пароконвектомат установлен специальный фильтр-водоумягчитель. По этой причине блюда, приготовленные в пароконвектомате, в меньшем количестве содержали натрий, магний и кальций. И надо полагать, что по этой причине средний уровень содержания этих МаЭ в волосах детей II группы соответствовал физиологической норме.

Результаты проведенных исследований установили, что у всех обследованных детей обеих групп имело место статистически достоверное превышение уровня содержания железа в волосах ($p < 0,001$). Вероятной причиной избыточного содержания железа в волосах детей I и II группы является его миграция водно-алиментарным путем. На территории Ставропольского края содержание железа в водопроводной воде неоднократно превышало предельно допустимую концентрацию [9; 10].

Уровень содержания меди в волосах детей II группы соответствовал границам физиологической нормы, однако средняя концентрация меди в волосах детей I группы была выше физиологической нормы ($p < 0,01$).

При изучении концентрации в волосах кобальта удалось установить, что у I группы детей средняя концентрация этого МЭ в волосах в 21 раз превышала физиологическую норму ($p < 0,001$). В специальной литературе имеются доказательства существующей потенциальной опасности загрязнения пищевых продуктов металлами, мигрирующими из посуды [12; 15]. Так как в основе традиционной технологии приготовления пищи в ДООУ № 46 лежало использование пищеварочных котлов и обычной кухонной посуды, то, возможно, имела

место миграция кобальта из кухонной посуды в готовые блюда и затем в организм детей I группы, посещавших данное ДОО.

В то же время концентрация кобальта в волосах детей II группы незначительно превышала физиологическую норму в сравнении с детьми I группы. Для этой группы детей приготовление большинства блюд в ДОО № 54 осуществлялось в пароконвектомате, в котором особые условия приготовления пищи значительно уменьшают миграцию тяжелых металлов в процессе термической обработки продуктов.

По мнению ряда авторов [2; 7], необходимо учитывать не только абсолютное количество МаЭ и МЭ в волосах, но и их соотношения. Результаты исследования показали, что коэффициенты соотношений эссенциальных МаЭ и МЭ у детей I и II группы с учетом разных технологий приготовления пищи имели свои характерные особенности.

Коэффициент Са/Р. Коэффициент Са/Р отражает, с одной стороны, обмен кальция в организме, с другой – роль фосфора как носителя энергии для реализации энергетического обмена [7]. Известно, что кальций и фосфор взаимно дополняют друг друга в минерализации новообразуемой костной ткани [3; 8]. Значимыми в этом процессе являются не только наличие дефицита фосфора, но и нарушение оптимального соотношения его с кальцием. Избыток кальция в сочетании с относительной недостаточностью фосфора в рационе питания детей, как известно, приводит к образованию нерастворимого и неусваиваемого фосфорно-кальциевого комплекса [7].

Величина коэффициента Са/Р от 2 до 5 свидетельствует о повышенной активности энергетических процессов в организме, тогда как увеличение этого соотношения за счет уменьшения обеспеченности фосфором расценивается как снижение энергетического обеспечения метаболизма кальция [7].

Выполненными исследованиями установлено, что у обследованных детей I группы среднее значение коэффициента Са/Р достоверно не отличалось от такового у детей II группы ($14,8 \pm 2,6$; $p > 0,05$). Однако оптимальное соотношение Са/Р имели $22 \pm 4,4\%$ детей I группы, а на долю умеренно повышенных значений коэффициента приходилось только $6 \pm 2,3\%$ обследованных детей. В то же время у $44 \pm 4,9\%$ обследованных детей I группы увеличенный интегральный показатель находился в пределах от 10,9 до 156,8. У детей II группы среднее значение коэффициента Са/Р составило $14,6 \pm 0,9$. При этом частота умеренно повышенных значений (до 8) была выявлена у $35,2 \pm 4,7\%$ детей. Высокое значение коэффициента Са/Р выявлено у $62,8 \pm 4,7\%$ детей II группы.

Исследования показали, что коэффициент Са/Р имел достоверную корреляционную связь с уровнем содержания кальция и фосфора. Так, у детей I группы коэффициент Са/Р имел прямую слабо выраженную корреляционную связь с кальцием ($r_p = 0,25$; $p < 0,05$) и

отрицательную слабовыраженную корреляционную связь с фосфором ($r_p = -0,28$; $p < 0,05$). У детей II группы была достоверно установлена прямая сильная корреляционная связь между значением коэффициента Са/Р и уровнем содержания кальция в волосах ($r_p = 0,98$; $p < 0,001$), и отрицательная корреляционная связь средней силы была установлена с уровнем содержания фосфора в волосах ($r_p = -0,42$; $p < 0,001$).

Таким образом, более высокие показатели коэффициента Са/Р имели дети I группы ($p < 0,05$) и в меньшей степени – дети II группы, что, возможно, указывает на неоптимальное соотношение кальция и фосфора.

Коэффициент Са/К. Известно, что калий является важнейшим внутриклеточным МаЭ и относится к «биоэлементам остеотропного действия», роль которого заключается в опосредованном участии в процессах метаболизма костной ткани, главным образом, обмене кальция [7; 8]. Поэтому коэффициент Са/К используется для оценки активности кальцийрегулирующих гормонов как макроэлементное выражение их эффекта (оптимальное соотношение 2–5). Увеличенные его значения, по мнению ряда исследователей [7], указывают на нарушение гормональной активности эндокринных желез, регулирующих обмен кальция.

При расчете коэффициента Са/К были установлены достоверно значимые различия у обследованных групп детей ($p < 0,05$). Так, у детей I группы значение коэффициента соответствовало диапазону оптимального соотношения ($2,2 \pm 0,2$). Однако повышенный коэффициент был выявлен у $10 \pm 3\%$ обследованных дошкольников ($9,5 \pm 2,1$; $p < 0,05$), что свидетельствует о нарушении гуморальной регуляции обмена кальция [7; 13]. У детей II группы среднее значение коэффициента Са/К было достоверно ниже и составило $1,18 \pm 0,12$ ($p < 0,05$). При этом у детей данной группы не было ни одного случая превышения оптимального значения коэффициента.

У детей I группы была установлена прямая корреляционная связь средней силы между коэффициентом Са/К и кальцием ($r_p = 0,38$; $p < 0,01$), и отрицательная – с калием ($r_p = -0,4$; $p < 0,001$). У детей II группы значение коэффициента Са/К имело слабую положительную корреляционную связь с кальцием ($r_p = 0,25$; $p < 0,05$) и сильную отрицательную – с калием ($r_p = -0,76$; $p < 0,001$).

Таким образом, повышенный коэффициент Са/К у детей I группы указывает на нарушение гормональной активности эндокринных желез, ответственных за обмен кальция.

Коэффициент Na/К. По данным авторов [2], гомеостаз натрия и калия в организме связан с работой коры надпочечников. Соотношение Na/К используется для оценки функционального состояния коры надпочечников. Оптимальное значение коэффициента Na/К соответствует 2,4. Снижение этого показателя свидетельствует об угнетении функции

коры надпочечников и увеличении активности катаболических процессов в организме. Высокие показатели соотношения указывают на активизацию гормональной деятельности и о повышении выделения альдостерона [2].

Анализ результатов исследования показал достоверно значимые различия коэффициента Na/K у обследованных детей. Так, среднее значение коэффициента Na/K у детей I группы превышало оптимальную величину и составило 3,2 ($p < 0,01$). При этом оптимальное значение коэффициента Na/K имели только лишь $10 \pm 3\%$ детей I группы ($2,5 \pm 0,09$; $p > 0,05$). Однако у $38 \pm 4,8\%$ детей значение коэффициента превышало оптимальный уровень ($6,1 \pm 0,2$; $p < 0,001$), что может свидетельствовать о повышенной секреции альдостерона. У $52 \pm 4,9\%$ детей I группы значение коэффициента было достоверно ниже оптимального ($1,19 \pm 0,07$; $p < 0,001$).

В то же время соотношение натрия и калия у детей II группы носило противоположный характер. Так, среднее значение коэффициента Na/K у детей II группы было достоверно меньше оптимального ($1,5 \pm 0,2$; $p < 0,001$), что может свидетельствовать об усиленном выведении натрия и надпочечниковой недостаточности [1]. Достоверно выше значение коэффициента Na/K имели $11,7 \pm 3,1\%$ детей II группы ($6,9 \pm 0,04$; $p < 0,001$). У остальных детей II группы значение коэффициента соответствовало оптимальному значению ($p > 0,05$).

У детей I группы коэффициент Na/K с натрием имел слабую положительную корреляцию ($r_p = 0,25$; $p < 0,05$), а с калием – отрицательную корреляцию средней силы ($r_p = -0,56$; $p < 0,001$). У детей II группы коэффициент Na/K имел прямую средней силы корреляционную связь ($r_p = 0,34$; $p < 0,01$) с натрием и отрицательную корреляционную связь с калием ($r_p = -0,74$; $p < 0,001$).

Таким образом, у детей I группы нарушения обмена натрия и калия имели более выраженный характер в отличие от детей II группы, что может свидетельствовать об увеличении катаболических процессов, активации гормональной деятельности и повышении выделения альдостерона.

Коэффициент Na/Mg. Оптимальным соотношением коэффициента Na/Mg считается значение, равное 4. При повышенном уровне содержания в организме натрия и пониженном уровне содержания магния имеет место, как установлено исследованиями [3; 8; 13], увеличение секреции альдостерона и избыток адреналина. За счет этого величина коэффициента увеличивается, в то время как уменьшение значения коэффициента может свидетельствовать о почечной недостаточности [1-3; 8].

В проведенных исследованиях было установлено, что показатели коэффициента Na/Mg имели достоверно значимые различия между группами детей ($p < 0,001$). У детей I группы значение коэффициента Na/Mg достоверно превышало норму в 19,4 раза и составляло

23,4±1,6 (p<0,001). На долю детей, имевших коэффициент Na/Mg ниже оптимального значения, приходилось 9±2,8% обследованных детей I группы (2,07±0,16; p<0,001). У 89±3,1% детей коэффициент находился в пределах от 10,2±0,44 до 48,4±2,04 (p<0,001), что связано с повышенным содержанием натрия в волосах детей. Чрезмерно высокий уровень этого МЭ нарушает оптимальное соотношение его с калием и магнием. На фоне такого соотношения между натрием и магнием у детей I группы возможен риск развития остеопороза за счет возможного снижения выделения и активности паратиреоидного гормона, регулирующего обмен кальция [1]. У детей II группы среднее значение коэффициента Na/Mg было достоверно выше оптимального (p<0,001), но достоверно ниже среднего значения коэффициента, установленного у детей I группы (8,2±0,3; p<0,001). Вместе с тем у 5,8±2,1% обследованных детей коэффициент Na/Mg соответствовал оптимальному значению (4,8±0,01).

У детей I группы была установлена прямая средней силы корреляционная связь коэффициента Na/Mg с натрием ($r_p = 0,36$; p<0,01) и обратная корреляционная связь с калием ($r_p = -0,54$; p <0,001). У детей II группы коэффициент Na/Mg имел прямую средней силы корреляционную связь ($r_p = 0,46$; p<0,001) с натрием и обратную слабую связь с калием ($r_p = -0,21$; p<0,05).

Таким образом, у детей I группы наиболее выражены нарушения обмена между натрием и магнием как за счет возможной повышенной секреции альдостерона и адреналина, так и за счет возможной почечной недостаточности, обусловленной повышенным содержанием магния в организме дошкольников, посещавших ДООУ № 46.

Коэффициент Fe/Cu. По данным В.К. Мазо [6], повышенное поступление железа в организм человека снижает биодоступность меди только в случае его существенного недостатка. Однако учитывая то, что у большинства обследованных дошкольников был выявлен гиперэлементоз по железу, возможность нарушения оптимального соотношения между этими МЭ весьма вероятна.

Известно, что многие физиологические и метаболические процессы, протекающие в организме как детей, так и взрослых, связаны со свободнорадикальным окислением липидов, белков, углеводов, где железу отводится не последняя роль. По мнению Н.А. Гресь [2], соотношения Fe/Cu, превышающие оптимальное значение (0,9), свидетельствуют об увеличении количества свободных радикалов в организме человека.

В проведенных исследованиях достоверных различий в соотношении Fe/Cu между детьми I и II групп не было установлено. Тем не менее у детей II группы коэффициент Fe/Cu был достоверно выше оптимального значения и составил 6,85±0,68 (100%; p<0,001). Аналогичные результаты были получены и у детей I группы. Так, среднее значение

коэффициента Fe/Cu у этих детей превышал оптимальную величину, однако это носило менее выраженный характер и составило $5,9 \pm 0,47$ ($p < 0,001$). Вместе с тем у $20 \pm 4\%$ детей I группы коэффициент Fe/Cu достоверно не отличался от оптимального значения ($0,82 \pm 0,13$; $p > 0,05$).

У детей I группы коэффициент Fe/Cu имел достоверно значимую корреляционную связь средней силы с железом ($r_p = 0,67$; $p < 0,001$) и отрицательную - с медью ($r_p = -0,33$; $p < 0,01$). Корреляционный анализ у детей II группы выявил слабую прямую связь коэффициента Fe/Cu с железом ($r_p = 0,28$; $p < 0,05$) и сильную обратную связь с медью ($r_p = -0,9$; $p < 0,001$).

Таким образом, у детей I и II группы выявлены нарушения обмена железа и меди.

Коэффициент Fe/Co. Ставропольский край характеризуется природным дефицитом йода. Диффузный (эндемический) зоб, связанный с йодной недостаточностью, диагностируется у более 30% жителей края [10]. Известен целый ряд причин развития зоба, в том числе неадекватное потребление йода, а также дисбаланс эссенциальных МаЭ и МЭ [2; 11].

Для интегральной оценки функционального состояния щитовидной железы в проведенных исследованиях использовался коэффициент Fe/Co. Низкие значения этого коэффициента (< 440), как известно, свидетельствуют о предрасположенности к нарушению функции щитовидной железы. По данным Н.А. Гресь [2], при снижении содержания железа преобладает влияние кобальта на метаболизм гормонов щитовидной железы, что может привести к нарушению обмена йода и к возникновению диффузного зоба.

При анализе полученных результатов исследования было установлено, что коэффициент Fe/Co достоверно превышал допустимый уровень соотношения у детей I группы ($617,7 \pm 72,1$; $p < 0,001$) и детей II группы ($665,9 \pm 40,03$; $p < 0,001$). Различий в значениях коэффициента Fe/Co у детей I и II групп выявлено не было ($p > 0,05$). Однако у детей II группы увеличение значений коэффициента Fe/Co имели $58,8 \pm 4,8\%$ обследованных детей, при этом величина коэффициента находилась в пределах от $709,1 \pm 36,9$ до $1133,93$ ($p < 0,001$). В то же время у $47 \pm 4,9\%$ детей I группы величина этого коэффициента находилась в пределах от $767,6 \pm 23,6$ до $1913,29 \pm 87,4$ ($p < 0,001$).

Таким образом, более высокие значения коэффициента Fe/Co были установлены у детей I группы по сравнению с детьми II группы, что может свидетельствовать о более выраженном нарушении функции щитовидной железы дошкольников, для которых приготовление пищи осуществлялось по традиционной технологии. Между тем высокое содержание железа в организме детей на фоне превышения допустимых значений кобальта не обеспечивает должного функционирования щитовидной железы [2]. В специальной

литературе есть указания о том, что кобальт подавляет связывание иодидов щитовидной железы, а избыток поступления его у детей приводит к гипотиреозу и гиперплазии [11].

У детей обеих групп были выявлены высокие значения положительной корреляции коэффициента Fe/Co с уровнем содержания железа в волосах и отрицательной – с кобальтом. Корреляция коэффициента Fe/Co с железом ($r_p = 0,43$; $p < 0,001$) и кобальтом ($r_p = -0,7$; $p < 0,001$) была более выражена у детей I группы. Корреляционный анализ у детей II группы выявил прямую средней силы связь коэффициента Fe/Co с железом ($r_p = 0,43$; $p < 0,001$) и отрицательную сильную связь с кобальтом ($r_p = -0,75$; $p < 0,001$).

Таким образом, в результате проведенных исследований по изучению влияния разных технологий приготовления пищи на соотношение отдельных МаЭ и МЭ у детей I и II группы были выявлены достоверно значимые различия от оптимальных значений. Тем не менее у детей I группы, посещавших ДООУ № 46, отклонения большинства коэффициентов были наиболее выраженными. Становится очевидным, что современная технология приготовления пищи в ДООУ № 54 с использованием пароконвектомата обеспечивает не только формирование нормального элементного статуса, но и оптимальный уровень обмена и метаболических процессов МаЭ и МЭ в организме дошкольников. Традиционная технология приготовления пищи в ДООУ № 46, напротив, способствует выраженному нарушению обмена между МаЭ и МЭ и повышает риск возникновения микроэлементозов.

Список литературы

1. Горн М.М. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (краткое руководство) / М.М. Горн, У.И. Хейтц / пер. с англ. – СПб. : Невский Диалект ; М. : БИНОМ, 1999. – 320 с.
2. Гресь Н.А. Микроэлементные маркеры патологических клинических синдромов у жителей г. Минска / Н.А. Гресь, И.В. Тарасюк, Е.П. Ставрова // Биоэлементы : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург : Изд-во ИПК ГОУ «ОГУ», 2006. – С. 49-57.
3. Костюченко Л.Н. Нарушения калий-магниевого гомеостаза и его коррекция в ходе нутриционной поддержки больных гастроэнтерологического профиля // Трудный пациент. – 2010. – № 10. – С. 3–10.
4. Куткина М.Н. Характеристика режимов тепловой обработки в пароконвектомате / М.Н. Куткина, Е.Ю. Феденишина // Новое в технологии продуктов в общественном питании, товароведения и экспертизы потребительских товаров. – СПб. : Изд-во СПТЭИ, 2005. – С. 18-21.
5. Луговая Е.А. Элементный «портрет» детей 7-14 лет г. Магадана / Е.А. Луговая, Е.М. Атласова, А.Л. Максимов // Фундамент. исслед. – 2012. – № 11, ч. 4. – С. 846-850.

6. Мазо В.К. Новые пищевые источники эссенциальных микроэлементов – антиоксидантов / В.К. Мазо, И.В. Гмошинский, Л.И. Ширина. – М. : Миклош, 2009. – 208 с.
7. Микроэлементозы человека: влияние возрастно-половых факторов на баланс остеотропных биоэлементов / Н.А. Гресь, И.В. Тарасюк, Е.В. Руденко [и др.] // Медицина. – 2009. – № 2. – С. 83-87.
8. Нарушения калий-магниевого гомеостаза в клинической практике: коррекция сбалансированным раствором калия и магния аспарагината / Н.И. Гапонова, В.Р. Абдрахманов, В.А. Кадышев, А.Ю. Соколов // Лечащий врач. – 2014. – № 2. – С. 27-30.
9. О состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2009 году : отчет / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. – Ставрополь : ООО РПК «Парадокс», 2010. – 272 с.
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации по Ставропольскому краю в 2012 году : материал для гос. докл. / Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ставропольскому краю. – Ставрополь, 2012. – 128 с.
11. Рустембекова С.А. Элементный дисбаланс при патологии щитовидной железы / С.А. Рустембекова, А.С. Аметов, А.М. Тлиашинова // Рус. мед. журн. – 2008. – Т. 16, № 16. – С. 1078-1081.
12. Семенова Е.В. Вещи, которые нас убивают. – М. : Вече, 2007. – 176 с.
13. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО «Центр биотической медицины») // Микроэлементы в медицине. – 2003. – № 4. – С. 55–56.
14. Фединишина Е.Ю. Разработка и обоснование технологии приготовления кулинарной продукции в пароконвектомате : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2007. – 18 с.
15. Kuligowski J. Stainless steel cookware as a significant source of nickel, chromium, and iron / J. Kuligowski, K.M. Halperin // PubMed. – 1992. – Vol. 23, № 2. – P. 211-215.