

УДК 613.99:611.71

## ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОГЕННЫХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПРИ НАРУШЕНИИ ОСАНКИ

Бутова О.А., Кузякова Л.М.

ГОУ ВПО «Ставропольский государственный университет»,  
Ставрополь, e-mail: olga\_butova@mail.ru

В исследовании установлены онтогенетические изменения содержания макро- и микроэлементов в субстратах женского организма при нарушении осанки. Гониометрически выявлены максимальные увеличения углов шейного и поясничного лордозов у подростков и углов грудного кифоза и поясничного лордоза в юношеском возрасте. Из трех изученных периодов онтогенеза максимальными изменениями содержания макро- и микроэлементов на групповом уровне характеризуются период второго детства и подростковый возраст. Анализ индивидуального профиля содержания макро- и микроэлементов с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии и использование однофакторного дисперсионного анализа с расчетом коэффициента Фишера выявили макро- и микроэлементные маркеры нарушения осанки. Для периода второго детства прогностически значимыми признаками элементного статуса при нарушении осанки являются кальций и фосфор; для подростков – кальций и селен; для девушек – фосфор, селен и кремний.

**Ключевые слова:** онтогенез, организм человека, осанка, макроэлементы (кальций, фосфор), микроэлементы (марганец, селен, кремний)

## ONTOGENETIC FLUCTUATIONS BIOGENIC MACRO- AND MICROELEMENTS AND THEIR PROGNOSTIC SIGNIFICANCE AT POSTURE VIOLATION

Butova O.A., Kuzjakova L.M.

The Stavropol state university, Stavropol, e-mail: olga\_butova@mail.ru

The study established ontogenetic changes in the content of macro-and microelements in the substrata of the female body in violation of posture. Goniometric revealed maximum increase in angle of the cervical and lumbar lordosis in adolescents, and the angles of thoracic kyphosis and lumbar lordosis in young adulthood. Of the three periods studied ontogenetic changes in the maximum content of macro-and micronutrients at the group level during the second characterized by childhood and adolescence. Analysis of individual profiling of macro-and micronutrients by atomic emission spectrometry and the use of one-way ANOVA with Fisher ratio calculation revealed macro-and trace element markers incorrect posture. For the period of second childhood prognostically significant signs of elemental status in violation of posture are calcium and phosphorus, for teenagers – calcium and selenium; girls – phosphorus, selenium and silicon.

**Keywords:** ontogeny, the human body, posture, macronutrients (calcium, phosphorus), trace elements (manganese, selenium, silicon)

Стабильность элементного состава организма человека является одним из важнейших условий его нормального функционирования. Изменения элементного статуса, вызванные экологическими, профессиональными или климатогеографическими факторами, могут привести к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья. Одной из часто встречаемых патологий позвоночного столба является нарушение осанки, обуславливающее изменение статико-динамических свойств позвоночника и конечностей. По данным [4], в возрасте от 7 до 9 лет нарушение осанки встречается у 27% детей, среди 10–14-летних подростков выявлено у 40, 33% юношей и девушек имеют нарушение осанки. Индивидуальная оценка содержания биогенных макро- и микроэлементов в субстратах организма человека и выяснение их роли в формировании элементного портрета человека в онтогенезе является одним из перспективных направлений современной медицинской науки [1]. Именно с этих позиций проведено настоящее исследование,

целью которого являлся сравнительный онтогенетический анализ содержания некоторых макро- и микроэлементов в волосах женского организма и установление их прогностической значимости при нарушении осанки.

### Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 288 школьников и студенток города Ставрополя. Анализ медицинских карт и сбор анамнестических сведений установил у 142 детей, подростков и девушек нарушение осанки I степени, что соответствовало критериям для отбора групп. С целью исследования онтогенетических особенностей элементного статуса женского организма в трех периодах онтогенеза сформировано 6 групп. В периоде второго детства исследованы признаки 91 девочки (средний возраст  $9,3 \pm 0,8$  лет), из них 47 девочек без признаков нарушения осанки (I группа), у 44 девочек выявлены признаки нарушения осанки (II группа). В подростковом возрасте (III и IV группы) проанализированы параметры 96 девочек (средний возраст  $12,6 \pm 0,5$  лет), у 46 из которых обнаружены признаки нарушения осанки. В юношеском возрасте (V и VI группы) проанализированы параметры 101 девушки (средний возраст  $18,4 \pm 0,7$  лет), 52 из которых выявили нарушение

осанки. Исследование кривизн позвоночного столба в сагиттальной плоскости проведено с помощью гониометра [2, 5]. Содержание макро- и микроэлементов в волосах (прикорневая зона) определено с помощью атомно-эмиссионного спектрометра Optima TM 2000 DV [3]. Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием компьютерной программы STATGRAPHICS Plus 5.0 и Microsoft Excel.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ гониометрических данных (рис. 1) выявляет, что в периоде второго

детства, когда происходит усиленное формирование опорно-двигательного аппарата, наиболее выражены шейный и поясничный лордозы, и грудной кифоз. У подростков на фоне возрастания крайних физиологических вариантов обнаружены увеличения углов шейного и поясничного лордозов, грудного и крестцового кифозов. В юношеском возрасте, когда завершаются физическое развитие и половое созревание, увеличены углы грудного кифоза и поясничного лордоза [6].



Рис. 1. Выраженность сагиттальных кривизн позвоночного столба

С физиологической точки зрения, актуальным представляется выяснение роли некоторых макро- и микроэлементов в морфологических изменениях формы позвоночного столба. Анализ изменения содержания макро- и микроэлементов в субстратах женского организма выявил динамику онтогенетических изменений на групповом уровне (рис. 2).

Динамика изменений содержания Са в женском организме без признаков нарушения осанки и с проявлениями нарушения осанки является зеркально отраженной. Так, у девочек-подростков без нарушения осанки уровень содержания Са в волосах снижен, а при нарушении осанки – увеличен. В юношеском возрасте без признаков нарушения осанки различия нивелируются. При этом в организме девушек с признаками нарушения осанки содержание Са увеличено, как в сравнении с периодом второго детства, так и с подростковым возрастом. Напротив, содержание Р в волосах девушек без нарушения осанки увеличено, а в организме девушек с нарушением осанки – снижено. С учетом хорошо из-

вестных данных о том, что основная часть Са (98%) и 80–87% всего Р, содержащегося в организме человека, находится в скелете, выявленные нами изменения, максимально проявляющиеся в подростковом возрасте, указывают на специфические изменения их содержания при нарушениях осанки.

Анализ динамики изменения содержания микроэлементов позволяет считать, что в женском организме без нарушения осанки изменяется содержание Mn и Si, а в женском организме с нарушением осанки – содержание Se. Марганец, входя в состав всех животных организмов, имея жизненно важное значение и активируя многие ферментативные процессы, следовательно, участвуя в синтезе гликозаминогликанов скелетных тканей не характеризуется достоверными изменениями при нарушении осанки. Кремний, являясь вторым элементом по распространенности на Земле после кислорода и ближайшим аналогом углерода, так же не характеризует динамику изменений в организме с признаками нару-

шения осанки. Напротив, Selenium (Se), относящийся к эссенциальным микроэлементам, участвующим в регуляции свободнорадикальных процессов, в частности в регуляции перекисного окисления липи-

дов, достоверно снижен как в подростковом в 2,8 раза, так и в юношеском организме в 2,1 раза при нарушении осанки в сравнении с девочками периода второго детства.

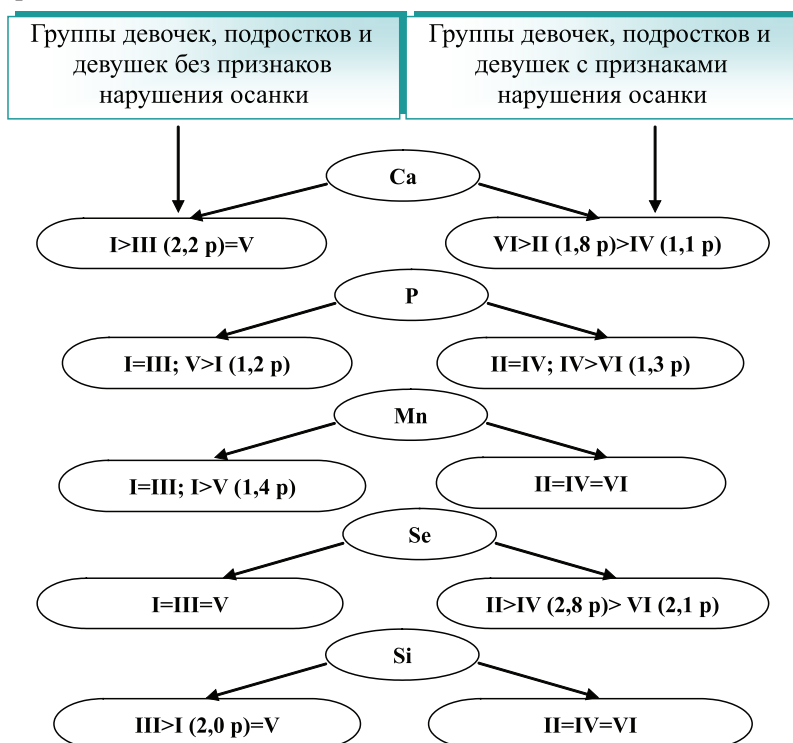


Рис. 2. Динамика онтогенетических изменений содержания макро- и микроэлементов в волосах женского организма

В этой связи правомерен переход к установлению индивидуального профиля макро- и микроэлементов внутри каждого из периодов онтогенеза при нарушении осанки. Индивидуальный профиль содержания кальция в волосах у девочек отражает его колебания от  $114,3 \pm 63,2$  до  $781,2 \pm 63,2$  мкг/г, что выходит за пределы физиологической нормы, и снижен у 57% девочек. Содержание кальция у девочек-подростков характеризует его колебания от  $311,5 \pm 66,1$  до  $1012,6 \pm 66,1$  мкг/г и устанавливает его увеличение в 53% случаев. При отсутствии изменений содержания кальция на групповом уровне у девушек анализ индивидуального профиля выявляет скачкообразное его распределение и 2 пика его значений: max – 1100 мкг/г и min – 180 мкг/г.

Индивидуальный профиль содержания фосфора у девочек характеризует его колебания от  $67,2 \pm 10,9$  до  $221,8 \pm 10,9$  мкг/г и увеличение значений в 43% случаев. Содержание фосфора в волосах у девочек-подростков, не имеющего значимых различий на групповом уровне, индивидуально колеблется от  $76,3 \pm 10,0$  до  $247,6 \pm 10,0$  мкг/г и смещено в сторону увеличения в 53% случаев. Диапазон индивидуальных колебаний фосфора у деву-

шек от  $59,6 \pm 7,6$  до  $250,4 \pm 7,6$  мкг/г устанавливает максимальное снижение у 39%.

Индивидуальный профиль содержания марганца в волосах девочек характеризует его физиологические колебания от  $0,11 \pm 0,2$  до  $2,34 \pm 0,2$  мкг/г, что в 14% случаев выходит за пределы физиологической нормы в сторону увеличения. Содержание марганца в волосах у девочек-подростков колеблется от  $0,12 \pm 0,2$  до  $3,0 \pm 0,2$  мкг/г и характеризует увеличение в сравнении с возрастной нормой в 24% случаев. При отсутствии изменений содержания марганца у девушек на групповом уровне индивидуальный профиль выявил в волосах девушек с признаками нарушения осанки 4 пика его значений (от 2,4 до 3,4 мкг/г).

Диапазон индивидуального содержания селена в волосах девочек составили от  $0,56 \pm 0,1$  до  $2,0 \pm 0,1$  мкг/г, что выходит за пределы физиологической нормы в сторону снижения в 22% случаев. Содержание селена у девочек-подростков, сниженное на групповом уровне, индивидуально колеблется от  $0,1 \pm 0,06$  до  $1,0 \pm 0,06$  мкг/г, что характеризует снижение уровня селена в сравнении с физиологической нормой в 88% случаев. Индивидуальный профиль содержания селена у деву-

шек колеблется от  $0,12 \pm 1,1$  до  $2,0 \pm 0,1$  мкг/г, что выходит за пределы физиологической нормы в сторону снижения в 78% случаев.

У девочек индивидуальный профиль содержания кремния выявляет диапазон его колебаний от  $9,9 \pm 12,7$  до  $155,1 \pm 12,7$  мкг/г, что выходит за пределы физиологической нормы в 15% случаев снижения его содержания. Содержание кремния у девочек-подростков колеблется от  $9,5 \pm 13,5$  до  $177,3 \pm 13,5$  мкг/г, что выявляет его увеличение в 24% случаев. Анализ индивидуально-го профиля содержания кремния у девушек

обнаруживает скачкообразное его распределение. Индивидуальное распределение кремния в волосах девушек без признаков осанки выявляет 4 пика его значений (200; 180; 145 и 138 мкг/г). У девушек с нарушением осанки выявлены на индивидуальном уровне достоверно низкие величины в диапазоне от  $0,5 \pm 0,01$  до  $98,6 \pm 1,1$  мкг/г.

Применение однофакторного дисперсионного анализа с расчетом коэффициента Фишера (Р-значение), позволило выделить наиболее прогностически значимые признаки (таблица).

Макро- и микроэлементные маркеры нарушения осанки

Показатель	Периоды онтогенеза					
	второе детство		подростковый возраст		юношеский возраст	
	Значение (M ± m)	P-значение	Значение (M ± m)	P-значение	Значение (M ± m)	P-значение
Кальций	$\geq 560,8 \pm 33,3$ мкг/г	0,000472	$\geq 268,8 \pm 11,4$ мкг/г	0,000456		
Фосфор	$\geq 134,7 \pm 10,3$ мкг/г	0,000801			$\geq 158,9 \pm 9,3$ мкг/г	0,000771
Марганец	$\geq 1,6 \pm 0,3$ мкг/г	0,0095	$\geq 1,4 \pm 0,1$ мкг/г	0,0075		
Селен	$\geq 0,8 \pm 0,1$ мкг/г	0,0096	$\geq 0,6 \pm 0,1$ мкг/г	0,000339	$\geq 0,8 \pm 0,2$ мкг/г	0,000463
Кремний			$\geq 114,8 \pm 6,7$ мкг/г	0,0066	$\geq 98,8 \pm 8,1$ мкг/г	0,000429

### Заключение

При складывающейся мозаичной картине индивидуального распределения макро- и микроэлементов в женском организме с признаками нарушения осанки просматривается некоторая закономерность.

Если на групповом уровне содержание кальция снижено у девочек и увеличено у подростков, то индивидуальный анализ данных показывает, что снижением содержания кальция характеризуются 57% девочек, а увеличением – 53% подростков. Увеличением содержания фосфора на групповом уровне характеризуются девочки, а снижением его содержания – девушки, при этом увеличение свойственно 43% девочек, а снижение – 39% девушек. Содержание фосфора у девочек-подростков, не имеющие значимых различий на групповом уровне, увеличено у в 53% случаев. И девочки, и подростки на групповом уровне выявили снижение содержания марганца, но при этом 14% девочек и 24% подростков обнаружили значимое увеличение содержания марганца. Интересные данные, по нашему мнению, получены в отношении содержания селена. На групповом уровне увеличением содержания селена характеризуются только девочки, однако индивидуально выявлено, что 88% подростков и 78% девушек обнаружили низкие значения селена. Снижением содержания кремния на групповом уровне характеризуются подростки и девушки. Индивидуальный профиль установил у 24% подростков увеличение, а у 15% детей – снижение содержания кремния.

В юношеском возрасте выявлены резкие колебания содержания кальция и марганца.

Для женского организма изучаемых периодов онтогенеза с помощью однофакторного дисперсионного анализа выделены прогностически значимые признаки элементного статуса при нарушении осанки. Для периода второго детства – кальций и фосфор; для подросткового возраста – кальций и селен; для юношеского периода онтогенеза – фосфор, селен и кремний.

### Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. – М.: Изд-во КМК, 2001. – 83 с.
2. Бутова О.А. Соматическая и функциональная антропология. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2002. – 123 с.
3. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа. – СПб.: Изд-во СПб университета, 1977. – 176 с.
4. Жарова Т.А., Гусев Б.В. Качество жизни пациентов с диспластическими нарушениями опорно-двигательного аппарата // Актуальные вопросы клинической медицины. – М.: ММА им. И.М. Сеченова, 2004. – С. 175–176.
5. Мартиросов Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 199 с.
6. Фогель А.В., Бутова О.А. Онтогенетические особенности макро- и микроэлементного статуса женского организма // Современный мир, природа и человек. – Томск, 2009. – Т. 1. – С. 4–7.

### Рецензенты:

Щетинин Е.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой патологической физиологии ГОУ ВПО «Ставропольская государственная медицинская академия», г. Ставрополь;

Федько Н.А., д.м.н., профессор, зав. кафедрой детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ГОУ ВПО «Ставропольская государственная медицинская академия» г. Ставрополь.

Работа поступила в редакцию 01.08.2011.