

## СОДЕРЖАНИЕ БИОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ У ДЕВОЧЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

Рылова Н.В.<sup>1</sup>, Серeda А.П.<sup>2</sup>, Самойлов А.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, e-mail: rector@kgmu.kcn.ru;

<sup>2</sup>ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва, e-mail: fnkcsm@sportfmba.ru;

<sup>3</sup>ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, e-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com

Под наблюдением находились 58 девочек-подростков в возрасте от 12 до 17 лет 11 месяцев. Среди них 38 – с интенсивным уровнем физических нагрузок (интенсивная физическая нагрузка не менее 12 часов в неделю – 3 и более раз в неделю в течение последних 6 или более месяцев). Исследование содержания элементов кальция, калия, магния, железа, цинка, хрома и селена в волосах проводили методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на аппарате Optima 2000 DV, PerkinElmer / США (магний, калий, кальций и железо) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Elan 9000, PerkinElmerSciex / США (хром, цинк, селен). Элементный состав волос юных спортсменок существенно отличается от показателей девочек, не занимающихся спортом профессионально.

Ключевые слова: юные спортсмены, биоэлементы, волосы.

## CONTENTS BIO-ELEMENTS IN THEIR HAIR IN GIRLS TO PLAY

Rylova N.V.<sup>1</sup>, Sereda A.P.<sup>2</sup>, Samoilov A.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Medical University at the Ministry of Health of the Russian Federation, Kazan, e-mail: rector@kgmu.kcn.ru;

<sup>2</sup>Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical-Biological Agency of Russia, Moscow, e-mail: fnkcsm@sportfmba.ru;

<sup>3</sup>State Scientific Center of the Russian Federation- Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan of Federal Medical-Biological Agency of Russia, Moscow, e-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com

The study included 58 adolescent girls aged 12 to 17 years 11 months. Among them, 38 - with intensive physical activity level (intense exercise at least 12 hours a week – 3 or more times per week for the last 6 months or more). Study elements of calcium, potassium, magnesium, iron, zinc, chromium and selenium in hair performed by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma on the unit Optima 2000 DV, PerkinElmer / USA (magnesium, potassium, calcium and iron) and mass spectrometry with inductively coupled plasma instrument on Elan 9000, PerkinElmer Sciex / USA (chrome, zinc, selenium). The elemental composition of hair of young athletes is significantly different from that of girls not involved in sports professionally.

Keywords: young athletes, bioelements, hair.

Самыми достоверными индикаторами влияния биоэлементов на развитие микроэлементозов считаются биосубстраты, которые депонируют и копят минералы. Цельная кровь, сыворотка крови, моча, слюна, спинномозговая жидкость являются важными биосредами для оценки состояния здоровья человека. Такие ткани, как волосы, зубы, ногти отражают минеральный статус, формировавшийся длительное время [8]. Способы определения элементов в моче и крови уже длительное время используются для различных медико-биологических исследований. Определение биоэлементов в твердых тканях только недавно вошло в медицинскую практику [4, 6, 9].

Волосы представляют собой отличный материал для изучения макро- и

микроэлементов. Содержание минералов в данном субстрате полноценно отражает как их тканевую концентрацию, так и взаимосвязь с элементным составом внутренней среды организма. Кроме того, они не связаны с суточной ритмикой физиологии организма и временными особенностями рациона питания [1,3,7,5]. В исследованиях отечественных ученых показано, что минеральный состав волос – это интегральный индикатор, который характеризует значительно более длительную экспозицию металлов, чем, например, сыворотка крови, что свидетельствует об особенной ценности биосубстрата [2].

### **Материалы и методы**

Обследовано 58 девушек-подростков в возрасте 12–18 лет. 38 из них – с интенсивными физическими нагрузками (более 12 часов в неделю в течении нескольких лет). Они составили 4 группы исследования.

Контрольную группу (0) составили 20 девочек, средний возраст  $14,4 \pm 0,37$  лет, не занимающихся спортом профессионально. Уроки физкультуры два раза в неделю (отсутствие посещения спортивных секций).

Первая группа (1) – 10 девочек, средний возраст  $14,55 \pm 0,5$  лет муниципального автономного образовательного учреждения дополнительного образования «Детско-юношеская спортивная школа плавания "Касатка"» г. Казани. Плавание относится к циклическим видам спорта.

Вторую группу исследования (2) составили 18 девочек, средний возраст  $15,68 \pm 0$ , ученицы Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по хоккею на траве «Динамо» Республики Татарстан. Согласно «Олимпийской классификации видов спорта», хоккей на траве относится к игровым направлениям спорта.

Третья группа (3) – 10 девочек, средний возраст  $14,8 \pm 0,6$  лет, воспитанницы Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по фехтованию Республики Татарстан. Фехтование относится к единоборствам.

При обследовании использован комплекс клинико-лабораторных и инструментальных методов: изучение анамнеза, анкетирование, антропометрия (измерение массы и длины тела, окружности грудной клетки, определение ИМТ, анализ композиционного состава тела, динамометрия, объективный клинический осмотр, общий анализ крови, общий анализ мочи, исследование функции внешнего дыхания, ультразвуковое исследование, оценка артериального давления, электрокардиография, ЭКГ-пробы с физической нагрузкой, эхокардиография).

Концентрации в волосах кальция, магния, калия, железа, цинка, селена, хрома изучали с помощью методов масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (хром, цинк,

селен – аппарат Elan 9000, PerkinElmerSciex / США) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (магний, калий, кальций и железо – прибор Optima 2000 DV, PerkinElmer / США). Данные способы являются современными методами оценки обмена микроэлементов в биологическом материале, обладающими рядом преимуществ перед традиционными химическими способами. Принцип основан на измерении величины поглощения резонансной линии определенного элемента при прохождении света через облако паров данного элемента. Излучение от лампы линейчатого спектра в атомно-абсорбционном режиме проходит через систему зеркал, атомизатор, монохроматор, разлагается в спектр, и излучение резонансной линии направляется на фотоэлектрический умножитель, где преобразуется в электрический сигнал, усиливается и поступает в масштабный усилитель аналого-цифрового преобразователя.

Волосы срезались из нескольких мест – с затылочной части головы (в соответствии с требованиями медицинской технологии «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека») (Регистрационное удостоверение № ФС-2007/ 128 от 09 июля 2007 г.). Окрашенные, а также поврежденные волосы в обследовании не использовались. После забора волосы для хранения помещались в бумажные конверты, далее передавались в лабораторию. Для снятия поверхностного загрязнения волос использовался способ предварительной подготовки данного биосубстрата по рекомендации МАГАТЭ.

#### **Статистическая обработка полученных данных**

Для статистической обработки результатов использованы программы: «Microsoft Office Excel 2007» и «IBM SPSS Statistics 20». Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа в соответствии с результатами проверки сравниваемых совокупностей на нормальность распределения. Методами вариационной статистики рассчитывали: среднее значение ( $M$ ), ошибку средней величины ( $m$ ). Достоверность различий средних сравниваемых величин ( $p$ ) определяли по коэффициенту Стьюдента ( $t$ ). Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ . Для оценки связи между исследуемыми параметрами, имеющими количественное выражение, использовался метод линейной регрессии. В качестве показателя тесноты связи использовался линейный коэффициент корреляции Пирсона  $R$ . С целью сравнения вариационных рядов применялся однофакторный дисперсионный анализ, позволяющий ответить на вопрос, оказал ли фактор существенное влияние на разброс выборочных средних или разброс является следствием случайностей, вызванных небольшими объемами выборок. В качестве статистического критерия использовался критерий Фишера ( $F$ ). В случае обнаружения статистически значимых различий между группами дополнительно

проводилось парное сравнение совокупностей при помощи апостериорного критерия Тьюки. Полученные данные приводятся в таблицах в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – средняя величина,  $m$  – средняя ошибка средней величины.

Обследования проводились в соответствии с разрешением Локального Этического Комитета государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанского государственного медицинского университета» Министерства здравоохранения РФ.

Получение добровольного информированного согласия было одной из основополагающих мер для забора волос на исследование макро- и микроэлементов. Забор производился путем срезания волос из нескольких мест с затылочной части головы в соответствии с требованиями медицинской технологии «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека» (Регистрационное удостоверение № ФС-2007/128 от 09 июля 2007 г.), в связи с этим дети и подростки с короткими стрижками участвовать в исследовании не могли. Окрашенные или подверженные химической завивке волосы в нашем исследовании также не использовались. Для анализа волос на минеральный состав необходимо было соблюсти все вышеперечисленные требования. Согласно требованиям вышеуказанной технологии, если хотя бы одно из условий не выполнялось, забор волос не осуществлялся. В связи с этим определение макро- и микроэлементов в волосах было проведено не во всех группах исследования.

### **Результаты исследования**

Анализ содержания в волосах макро-, микроэлементов был выполнен у девочек контрольной группы, а также занимающихся фехтованием и хоккеем на траве. Полученные значения сопоставлены в таблице 1.

В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа были установлены статистически значимые различия содержания калия, цинка и селена в волосах, в зависимости от вида спортивной нагрузки.

Выявлено, что уровень калия был повышен у представительниц 2 и 3 групп по сравнению с контрольной. Наиболее высокие значения показателя отмечались у девочек, занимающихся фехтованием –  $106,2 \pm 29,5$  мкг/г, тогда как у 0 группы – всего  $30,4 \pm 6,6$  мкг/г. Повышение уровня калия в волосах возможно обусловлено избыточным накоплением в организме или перераспределением этого элемента между тканями. Повышенный уровень в волосах этого макроэлемента возможно рассматривать как отражение дисбаланса водно-солевого обмена.

По мнению Скального А.В., повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма

(стадия предефицита). В своих исследованиях он показал, что подавляющее большинство случаев дисмикрэлементозов у спортсменов можно отнести к разряду профессиональных, обусловленных большими физическими и психоэмоциональными нагрузками [6]. Повышение концентрации калия в волосах юных спортсменов является показателем усиленного метаболизма элемента в организме и, вероятно, свидетельствует о возрастании его подвижности и риске возникновения дефицита.

Таблица 1

Среднее содержание макро- и микроэлементов (мкг/г) в волосах девочек, исследуемых в зависимости от занятий спортом

Элемент	Сравниваемые подгруппы			p <sub>1</sub>	p <sub>п</sub>
	Контроль (0)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)		
Кальций	846,1±109,7	1039,4±61,1	698,0±93,8	0,209	p>0,05
Магний	70,8±8,1	95,4±8,7	73,2±14,0	0,131	p>0,05
Калий	30,4±6,6	95,9±12,1	106,2±29,5	<0,001	p <sub>0-2</sub> =0,003 p <sub>0-3</sub> =0,015
Железо	34,8±4,4	23,2±3,8	22,6±4,2	0,112	p <sub>0-3</sub> =0,013
Цинк	85,0±6,1	184,4±15,1	135,2±16,2	<0,001	p <sub>0-2</sub> <0,001
Селен	0,41±0,02	0,48±0,01	0,54±0,02	0,001	p <sub>0-2</sub> =0,009 p <sub>0-3</sub> =0,008
Хром	1,40±0,39	0,22±0,07	0,44±0,16	0,118	p>0,05

*p<sub>1</sub>* – статистическая значимость различий при проведении однофакторного дисперсионного анализа, *p*<0,05; *p<sub>п</sub>* – статистическая значимость различий при парном сравнении совокупностей, *p*<0,05.

Содержание цинка было статистически значимо выше, чем в контрольной группе, среди девочек, занимающихся хоккеем на траве (*p*<0,001). Радыш И.И., Дулепова И.И. также в своих исследованиях получили увеличение концентрации цинка в волосах спортсменов [4]. В то же время при исследовании особенностей элементного состава волос профессиональных футболистов 18–35 лет Орджоникидзе З.Г. и соавт. отмечают отсутствие достоверных различий между спортсменами и контрольной группой по содержанию цинка в волосах. Этот факт рассматривается как относительный дефицит микроэлемента. Формирующийся дисбаланс может повышать склонность спортсменов к иммунодефицитным состояниям, воспалительным процессам, повышать чувствительность к гипоксии. Даже относительный дефицит цинка влияет на скорость заживления ран и восстановление после

травм и переломов костей.

Проведенный анализ установил статистически значимое повышение уровня селена в волосах девочек, занимающихся спортом. При сравнении показателя фехтовальщиц ( $0,54 \pm 0,02$  мкг/г) с контрольной группой ( $0,41 \pm 0,02$  мкг/г) уровень значимости составил 0,008, для девочек, занимающихся хоккеем на траве ( $0,48 \pm 0,01$  мкг/г, при  $p=0,009$ ). Повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма (стадия преддефицита) [4]. Этот микроэлемент стимулирует в организме иммунитет, является антиоксидантом и обладает защитным влиянием на цитоплазматические мембраны, не допуская их повреждения и генетического нарушения. Он способствует нормальному развитию клетки. В организме селен проявляет антагонизм по отношению к тяжёлым металлам. При дефиците селена в рационе питания в организме спортсмена более динамично, чем в общей популяции, могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета, повышение склонности к воспалительным заболеваниям, снижение функции печени, кардиопатия, атеросклероз, замедление роста. Особое значение дефицита селена для организма спортсмена проявляется повышенным риском развития инфаркта миокарда. При этом селендефицитное состояние провоцирует ускоренное развитие кардиомиопатии [6]. Таким образом, элементный состав волос юных спортсменок существенно отличается от показателей девочек, не занимающихся спортом профессионально.

### Список литературы

1. Кожин А.А. Микроэлементозы в патологии человека экологической этиологии / А. А. Кожин, Б. М. Владимирский // Экология человека. – 2013. – № 4. – С. 56–64.
2. Лобанова Ю.Н. Особенности элементного статуса детей из различных регионов России : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Лобанова Юлия Николаевна. – Москва, 2007. – 18 с.
3. Михайлов А.Н. Оценка баланса химических элементов у детей и подростков, проживающих на расстоянии 5 км от медеплавильного предприятия / А.Н. Михайлов, Н.П. Сетко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 4 (110). – С. 112–114.
4. Радыш И.И. Особенности элементного состава волос у борцов греко-римского стиля / И.И. Радыш, И.И. Дулепова // Вестник РУДН. Серия «Медицина». – 2006. – № 1 (33). – С. 28–33.
5. Ситдииков Ф.Г. Показатели микроэлементного статуса детей, проживающих в сельской местности / Ф.Г. Ситдииков, Н.В. Святова, Е.С. Егоров // Бюллетень

экспериментальной биологии и медицины. – 2011. – № 7. – С. 15–17.

6. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – Москва : ОНИКС 21 век, 2004. – 216 с.

7. Содержание эссенциальных металлов нутриентов в организме, состояние здоровья и уровень развития подростков / Я.А. Лещенко [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 5 (43). – С. 66–71.

8. Спектральные методы оценки содержания макро- и микроэлементов в биологических средах человека в норме / И.Н. Андрусишина [и др.] // Микроэлементы в медицине. – 2011. – № 12 (3-4). – С. 35–42.

9. Reference values of elements in human hair: a systematic review // M. Mikulewicz [et al.] // Environ Toxicol Pharmacol. – 2013. – N 36 (3). – P. 86–1077.