

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ВОЛОС ДЕВУШЕК-СПОРТСМЕНОК

HAIR ELEMENT PROFILE OF FEMALE ATHLETES

И.П. Зайцева

I.P. Zaitseva

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макроэлементы, микроэлементы, волосы, спорт, девушки.

KEYWORDS: macroelements, trace elements, hair, young women, athletes.

РЕЗЮМЕ. Показано влияние повышенной физической нагрузки на содержание химических элементов в волосах студенток ВУЗа (37 человек), занимающихся различными видами фитнеса: выявлены достоверные различия по сравнению с контролем (19 студенток с низкой физической активностью). Анализ волос затылочной части головы на содержание макро- и микроэлементов проводился комбинацией методов ИСП-МС и ИСП-АЭС. Установлено, что повышенные физические и психоэмоциональные нагрузки, которым подвергаются спортсменки, существенно влияют на содержание химических элементов в волосах, что позволяет использовать метод определения элементного состава волос для контроля за исходным состоянием минерального обмена и оценки эффективности пиццентирующей коррекции и адаптационного потенциала. Показана перспективность применения анализа волос в качестве метода персонализированного контроля и коррекции элементного статуса и функционального состояния в спорте.

ABSTRACT. The effect of increased physical activity on the content of chemical elements in hair of female athletes – students of high school (37 people involved in various types of fitness) was shown. Significant differences was revealed a compared to controls (19 female students with low physical activity). Content of macro- and trace elements was determined in samples of occipital scalp hair by combination of ICP-AES and ICP-MS methods. The increased physical and psycho-emotional stress experienced by female athletes significantly influenced the content of chemical elements in hair. Perspectiveness of the use of hair analysis as a method of personalized monitoring of the element status and functional status in sports was shown.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно современным представлениям, подавляющее большинство случаев нарушений минерального обмена у спортсменов можно отнести к разряду профессиональных или профессионально обусловленных, т.е. связанных с повышенными физическими и психоэмоциональными нагрузками на организм. Многие микроэлементы играют ключевую роль в энергетическом обмене и, во время напряженной физической активности, степень энергетического обмена в скелетной мышце может увеличиваться в 20–100 раз (Цыган и др., 2012).

Длительная физическая нагрузка, выполняемая регулярно, может привести к повышенной потере макро- и микроэлементов или ускорению обмена веществ, что требует повышения потребления их с пищей. Потребность в макро- и микроэлементах у спортсменов может быть увеличена при значительной их потере в составе пота и мочи при интенсивной физической нагрузке, а также при сбрасывании веса. Так, у спортсменов отмечается повышенная частота развития гипоелементозов Mg, Zn, Fe, Mn, Se и Cu и повышенная потребность в них (Скальный, 2005).

Повышенное потребление пищи приводит к увеличению потребления микроэлементов, но спортсмены, подвергающиеся тяжелым тренировкам, должны обязательно дополнительно принимать железо, кальций и антиоксидантные витамины (Португалов, 2001; Food, 2007), кроме этого им необходимы магний, цинк и медь для сохранения спортивной формы и работоспособности (Lukaski, 1995).

Следует отметить, что в сравнении с анализом крови или мочи элементный анализ волос имеет много преимуществ, среди которых одними из

основных является высокая концентрация элементов в волосах, неинвазивность отбора проб, удобство при хранении и транспортировке. Кроме того, отмечено, что в отличие от внутренних (жидких) биосред организма концентрация элементов в волосах не подвержена жесткому гомеостатическому контролю.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 37 студенток-спортсменок, занимающихся различными видами фитнеса 2–4 раза в неделю, и 19 студенток с низкой физической активностью в качестве группы контроля. Образцы волос получали путем состригания с 3–5 участков затылочной части головы в количестве не менее 0,1 г. Пробы помещали в специальные пакеты, затем в конверты с идентификационными записями. Для элементного анализа волос использовали проксимальные части прядей длиной 3–4 см.

Анализ волос на содержание макро- и микроэлементов проводился в клинико-диагностической лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (директор д.м.н., проф. М.Г. Скальная) по медицинской технологии «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека» (Регистрационное удостоверение № ФС-2007/128 от 09 июля 2007 года). В медицинской технологии использовалась комбинация методов ИСП-МС (Elan 9000, PerkinElmer Sciex, США) и АЭС-МС (Optima 2000 DV, PerkinElmer, США).

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи программных пакетов Microsoft Excel XP (Microsoft Corp., США) и Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Ввиду того, что распределение значений изучаемых признаков в выборке оказалось отличным от нормального, в работе в качестве описательных характеристик помимо средних значений использовали медианы. Парное сравнение групп проводили с использованием U-критерия Манна–Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что повышенная физическая нагрузка у девушек-студенток может быть связана с показателями содержания химических элементов в волосах. Так, по сравнению с контролем у них повышено содержание всех изученных макроэлементов, за исключением фосфора, т.е. кальций, калий, натрий и магний (табл. 1). Особенно выражено различие групп по содержанию К ($p < 0,001$), а наименее – Mg ($p < 0,1$). Согласно современным представлениям, у лиц с гиподинамией содержание в волосах элементов-электролитов обычно ниже, чем у лиц с повышенной физической нагрузкой (Momcilovic et al., 2006, Скальный, Скальный, 2013). В литературе указывается на то, что увели-

чение содержания в волосах калия и натрия характерно для лиц с напряжением симпато-адреналовой системы (von Krause, Chutsch, 1987; Akerberg, Hoffmann, 1987).

Повышенное содержание в волосах кальция и магния может отражать их повышенный кругооборот в организме, увеличение свободного пула (Скальный, 2005). Однако, интерпретация повышенного содержания макроэлементов в волосах представляет сложную задачу, так как зачастую их избыток в волосах ассоциируется с пониженной концентрацией в сыворотке крови (Грабеклис и др., 2011). Тем не менее, связь между макроэлементами в волосах и физической активностью у девушек-спортсменок представляется очевидной.

Более разнообразная картина в элементном составе волос отмечена при межгрупповом сравнении показателей содержания эссенциальных микроэлементов. С одной стороны, в волосах спортсменок отмечены существенно повышенные уровни железа, марганца и хрома ($p < 0,001$), играющих важную роль в процессах переноса кислорода, тканевого дыхания, регуляции метаболизма глюкозы (Оберлис и др., 2008), а с другой стороны отмечено умеренное снижение уровня меди ($p < 0,02$) и выраженная тенденция к дефициту цинка ($p < 0,059$). Последний факт согласуется с данными, описанными у молодых мужчин-спортсменок (Скальный, Скальный, 2013).

Важно отметить отсутствие различий между двумя группами по содержанию в волосах Se, I, Mo и Co.

Девушки с повышенной физической нагрузкой демонстрируют более низкие по отношению к контролю показатели содержания в волосах кремния и ванадия ($p = 0,007$ и $0,071$ соответственно) и повышенные – лития ($p = 0,008$). При этом, различий в содержании Ni, B, Zr, Sr не наблюдается.

Среди потенциально опасных или токсичных химических элементов обращают на себя внимание повышенные показатели содержания в волосах спортсменок Al, As, Ag, Sn, Cd и относительно низкий уровень накопления Hg ($p < 0,007$).

Полученные данные можно рассматривать как подтверждение целесообразности применения в спорте нутрицевтиков с ванадием, влияющих на метаболизм глюкозы и белка (Цыган и др., 2012). Возможно, с относительным дефицитом меди и цинка связано повышенное накопление их антагониста – кадмия (белком-переносчиком этих микроэлементов является металлотионин). Нехватка цинка и меди, вероятно, указывает на неадекватное потребление этих важнейших иммунотропных и гормонотропных микроэлементов спортсменками, и указывает на повышенный риск заболеваний, связанных с дефицитом цинка и меди (Скальный, Рудаков, 2004) – от болезней кожи, иммунодефицитов до патологии щитовидной железы и репродуктивной системы.

Поскольку в волосах обычно обнаруживается так называемая «пищевая» ртуть (органически связанная, метилртуть), поступающая, в основном, с морепродуктами и рыбой, то можно предположить, что выявленные различия в содержании этого токсиканта имеют алиментарное происхождение, т.е. зависят от различий в питании.

Таким образом, в нашем исследовании получены данные, указывающие на необходимость контроля элементного статуса у лиц, занимаю-

щих занятия спортом. Таким образом, в нашем исследовании получены данные, указывающие на необходимость контроля элементного статуса у лиц, занимаю-

Таблица 1. Содержание макро- и микроэлементов в волосах студенток-спортсменок и студенток с низкой физической активностью, мг/кг

Химические элементы	Спортсменки, n = 37		Контрольная группа, n = 19		p-level
	M ± SD	Me (q25 – q75)	M ± SD	Me (q25 – q75)	
Токсичные и потенциально токсичные микроэлементы					
Al	12,9 ± 6,2	11,9 (8,4 – 16,1)	4,5 ± 1,7	4,6 (3,3 – 5,7)	<0,001
As	0,0425 ± 0,0029	0,042 (0,042 – 0,042)	0,0356 ± 0,0229	0,021 (0,021 – 0,0617)	0,013
Cd	0,0198 ± 0,0159	0,0175 (0,008 – 0,025)	0,0091 ± 0,0047	0,0093 (0,0058 – 0,0108)	0,007
Hg	0,302 ± 0,146	0,27 (0,187 – 0,427)	0,812 ± 0,73	0,512 (0,293 – 1,147)	0,004
Pb	0,697 ± 1,388	0,299 (0,17 – 0,475)	0,55 ± 0,67	0,293 (0,132 – 0,411)	0,774
Sn	0,5 ± 0,804	0,196 (0,094 – 0,63)	0,516 ± 1,413	0,063 (0,044 – 0,215)	0,005
Tl	0,0003 ± 0,0003	0,0003 (0,0003 – 0,0003)	0,0005 ± 0,0006	0,0003 (0,0002 – 0,0006)	0,328
Условно эссенциальные микроэлементы					
Ag	0,29 ± 0,465	0,14 (0,053 – 0,388)	0,076 ± 0,112	0,036 (0,022 – 0,072)	0,007
B	0,515 ± 0,284	0,471 (0,283 – 0,618)	1,151 ± 1,432	0,4 (0,202 – 1,534)	0,511
Li	0,0268 ± 0,0211	0,017 (0,013 – 0,028)	0,0164 ± 0,0151	0,006 (0,006 – 0,0354)	0,008
Ni	0,427 ± 0,242	0,38 (0,238 – 0,582)	0,494 ± 0,532	0,292 (0,18 – 0,822)	0,594
Si	22,4 ± 32,2	15,8 (8,3 – 20,3)	35,4 ± 27,9	21,7 (17,3 – 53,4)	0,007
Sr	4,45 ± 3,96	3,47 (1,37 – 6,32)	7,11 ± 11,74	2,77 (0,69 – 10,44)	0,637
V	0,0136 ± 0,0087	0,012 (0,009 – 0,016)	0,0414 ± 0,0618	0,0192 (0,0085 – 0,0592)	0,071
Макроэлементы					
Ca	1823 ± 1403	1477 (493 – 2887)	1127 ± 1153	669 (453 – 1523)	0,074
K	185,3 ± 290,4	92 (51,3 – 132,8)	55,3 ± 62,3	27,7 (21,2 – 70,8)	0,001
Mg	169 ± 140	136 (59 – 242)	115 ± 121	73 (38 – 150)	0,074
Na	196 ± 200	107 (67 – 291)	92 ± 97	68 (19 – 111)	0,019
P	157 ± 20	157 (151 – 167)	174 ± 74	157 (145 – 176)	0,837
Эссенциальные микроэлементы					
Co	0,0395 ± 0,0654	0,0195 (0,012 – 0,032)	0,0786 ± 0,1633	0,0151 (0,0056 – 0,0454)	0,448
Cr	1,185 ± 3,452	0,489 (0,29 – 0,745)	0,257 ± 0,188	0,197 (0,123 – 0,319)	<0,001
Cu	13 ± 5,2	11,2 (9,9 – 15,1)	28,3 ± 22,5	25 (10,1 – 33,8)	0,020
Fe	67,9 ± 73,4	40,9 (21,9 – 79,8)	15,8 ± 8,6	12,1 (9,1 – 19,6)	<0,001
I	1,019 ± 1,889	0,506 (0,3 – 1,01)	1,536 ± 2,48	0,384 (0,15 – 1,265)	0,789
Mn	2,64 ± 2,61	1,82 (0,77 – 3,75)	0,66 ± 0,65	0,32 (0,16 – 1,26)	<0,001
Mo	0,0276 ± 0,0111	0,024 (0,021 – 0,028)	0,0276 ± 0,0071	0,0261 (0,0215 – 0,0335)	0,435
Se	0,454 ± 0,547	0,334 (0,264 – 0,437)	0,395 ± 0,205	0,339 (0,279 – 0,502)	0,886
Zn	204 ± 124	174 (130 – 209)	218 ± 68	204 (163 – 255)	0,059

щихся спортом, в частности, фитнесом, как группы риска по развитию дисбалансов макроэлементов и дефицитов жизненно важных микроэлементов меди и цинка и других микронутриентов.

ВЫВОДЫ

Установлено, что повышенные физические и психоэмоциональные нагрузки, которым подвергаются спортсменки, существенно влияют на содержание химических элементов в волосах. У спортсменок выявлено избыточное накопление в волосах макроэлементов (Ca, K, Mg, Na), микроэлементов (Cr, Fe, Mn) и ряда токсичных элементов на фоне дефицита Cu, Si и V, а также более низкого уровня токсичных Sn и Hg.

Полученные данные показывают, что можно использовать метод определения элементного состава волос для контроля за исходным состоянием минерального обмена и оценки эффективности пицценутрицевтической коррекции и адаптационного потенциала. Показана перспективность применения анализа волос в качестве метода персонализированного контроля и коррекции элементного статуса и функционального состояния в спорте.

Таким образом, применение доступного для каждого спортсмена метода оценки фактического питания, а также возможность провести скрининговое определение содержания химических элементов в волосах, может улучшить ситуацию с выявлением латентных дефицитов макро- и микроэлементов и помочь избежать развития клинической фазы этих дефицитов, что, в конечном счёте, повысит уровень функциональных резервов организма спортсмена.

ЛИТЕРАТУРА

Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука, 2008. 544 с

Португалов С.Н. Специализированное спортивное питание // Спорт, медицина и здоровье. 2001. № 1. С. 44–47.

Скальный А.А., Скальный В.В. Дефицит цинка в спорте: обзор // Микроэлементы в медицине. 2013. Т. 14. Вып. 1. С. 8–10.

Скальный А.В. Физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в спорте. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. 210 с.

Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «Оникс 21 век», Мир, 2004. 272 с.

Цыган В.Н., Скальный А.В., Мокеева Е.Г. Спорт. Иммунология. Питание. СПб: ЭЛБИ-СПб, 2012. 240 с.

Akerberg R., Hoffmann K. Moglichkeiten in Diagnostik und Therapie mit der Gewebe-Mineral-Analyse aus dem Haar // Haaranalyse in Medizin und Umwelt /Herausgeb. von C.Krause und M.Chutsch. Stuttgart-New York: Gustav Fischer Verlag, 1987. S. 171–190.

Maughan R.J., Burke L.M., Coyle E.F. (Eds.). Food, nutrition and sports performance II. The International Olympic Committee consensus on sports nutrition. London, N.Y.: Routledge, 2007. 239 p.

Grabeklis A.R., Skalny A.V., Nechiporenko S.P., Lakarova E.V. Indicator ability of biosubstances in monitoring of moderate occupational exposure to toxic metals // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011,25S:S41–S44

von Krause C., Chutsch M. Haaranalyse in Medizin und Umwelt // Herausb. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag, 1987. 223 S.

Lukaski H.C. Micronutrients (magnesium, zinc, and copper): Are mineral supplements needed for athletes? // Int J Sport Nutr. 1995, 2:74–83.

Momčilović B., Morović J., Ivičić N., Skalny A.V. Hair and blood multielement profile for metabolic imaging of the major unipolar depression. study rationale and design // Микроэлементы в медицине. 2006. Т. 7. Вып. 4. С. 35–42.