

Особенности содержания биоэлементов в слюне и волосах юных спортсменов

Н.А. Троегубова, Н.В. Рылова, Р.Р. Гильмутдинов, А.П. Середина

Казанский государственный медицинский университет; ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт "Геолнеруд"»; Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва

The levels of bioelements in the saliva and hair of young athletes

N.A. Troegubova, N.V. Rylova, R.R. Gilmutdinov, A.P. Sereda

Kazan State Medical University; Geolnerud Central Research Institute; Federal Research Center of Sports Medicine and Rehabilitation, Federal Biomedical Agency of Russia, Moscow

Исследовано содержание биоэлементов кальция, калия, магния, железа, цинка, хрома и селена в слюне и волосах 130 детей и подростков: 35 пловцов, 47 хоккеистов, 20 фехтовальщиков и 28 школьников, дополнительно не занимающихся спортом. Использовали методы атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Целью исследования явилось изучение особенностей макро- и микроэлементного состава слюны и волос юных спортсменов. Установлено, что для всех юных спортсменов характерно высокое содержание калия и селена в волосах, селена и хрома в слюне и достоверно низкое содержание калия в слюне ($p < 0,05$), что отражает интенсивность минерального обмена в условиях физических нагрузок. Выявлены индивидуальные особенности содержания химических элементов в исследуемых биологических субстратах в зависимости от вида спорта: уровень кальция и магния в слюне снижен, а содержание железа в волосах повышено у фехтовальщиков ($p < 0,05$); для занимающихся хоккеем на траве характерны более высокие показатели цинка ($p < 0,05$). При сопоставлении содержания биоэлементов в волосах и слюне доказана статистически значимая взаимосвязь для калия ($R = -0,72$; $p < 0,001$) и селена ($R = 0,44$; $p = 0,004$). С целью ранней диагностики дисбаланса макро- и микроэлементов у юных спортсменов рекомендовано проведение неинвазивных скрининговых исследований минералов в слюне и волосах. Обоснована необходимость выделения юных спортсменов в группу риска по развитию дисмакро- и микроэлементозов.

Ключевые слова: дети, юные спортсмены, макро- и микроэлементы, слюна, волосы, дефицит биоэлементов.

The salivary and hair levels of bioelements, such as calcium, potassium, magnesium, iron, zinc, chromium, and selenium, were investigated in 130 children and adolescents, including 35 swimmers, 47 hockey players, 20 fencers, and 28 schoolchildren who did not additionally go in for sports. Atomic emission spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry were applied. The aim of our study was to investigate the characteristics of macro- and microelemental composition of the saliva and hair of young athletes. The investigation established that that all young athletes showed the high levels of potassium and selenium in their hair, those of selenium and chromium in the saliva, and a significantly low concentration of potassium in the saliva ($p < 0,05$), reflecting the intensity of mineral exchange during physical exercises. Individual characteristics were found in the content of chemical elements in the test biological substrates in relation to the kind of sports: the salivary levels of calcium and magnesium were reduced and the hair level of iron was increased in fencers ($p < 0,05$); and the field-hockey players had higher zinc values ($p < 0,05$). Comparison of the hair and salivary concentrations of bioelements established that there was a statistically significant relationship for potassium ($R = -0,72$; $p < 0,001$) and selenium ($R = 0,44$; $p = 0,004$). Non-invasive screening studies of salivary and hair minerals are recommended for the early diagnosis of an imbalance in macro- and microelements in young athletes. There is evidence that young athletes should be identified as a group of patients at risk for an imbalance of macro- and microelements.

Key words: children; young athletes; macro- and micronutrients; saliva; hair; bioelement deficiencies.

Дисмакро- и микроэлементозы встречаются у подавляющего большинства населения различных регионов России [1]. Отклонения в содержании химических элементов в организме человека могут быть вызваны различными факторами: внешними (экология, питание, образ жизни) или внутренними (забо-

левания, генетические особенности и др.). Проблема распространенности дисбаланса минералов у детей на сегодняшний день остается актуальной [2, 3].

Дисэлементозы у юных спортсменов — наименее изученные, хотя и чрезвычайно распространенные состояния. Организм ребенка, испытывающий предельные физические и психоэмоциональные нагрузки, высокочувствителен к дефициту биоэлементов [4, 5]. Нарушение обмена минералов служит одним из факторов, способных привести к широкому спектру расстройств в состоянии здоровья детей и подростков. Донозологическая диагностика дисмакро- и микроэлементозов представляет собой определение стадии адаптационного процесса на пути от здоровья к болезни. Исходя из этого целью настоящего исследования явилось изучение особенностей макро- и микроэлементного состава волос и слюны юных спортсменов.

© Коллектив авторов, 2016

Ros Vestn Perinatol Pediat 2016; 2:84–88

Адрес для корреспонденции: Троегубова Наталья Александровна — асп. кафедры госпитальной педиатрии Казанского государственного медицинского университета

Рылова Наталья Викторовна — д.м.н., профессор той же кафедры
420138 Казань, Оренбургский тракт, д. 140

Гильмутдинов Руслан Равилевич — химик-аналитик ФГУП ЦНИИ «Геолнеруд»

420097 Казань, ул. Зинина, д. 4

Середина Андрей Петрович — директор Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации

121059 Москва, ул. Б. Дорогомиловская, д. 5

Характеристика детей и методы исследования

Под наблюдением находились 130 детей и подростков в возрасте от 12 до 17 лет; были сформированы 4 группы исследования. Контрольную группу составили 28 школьников (20 девочек, средний возраст $14,4 \pm 0,37$ года, 8 мальчиков, средний возраст $14,75 \pm 0,61$ года), не занимающихся спортом профессионально (уроки физической культуры два раза в неделю без посещения дополнительных спортивных секций).

В 1-ю группу исследования вошли 35 юных спортсменов (25 мальчиков, средний возраст $15,12 \pm 0,2$ года и 10 девочек, средний возраст $14,55 \pm 0,5$ года) муниципального автономного образовательного учреждения ДО «Детско-юношеская спортивная школа плавания "Касатка"» Казани. Во 2-ю группу исследования включены 47 спортсменов (29 мальчиков, средний возраст $15,78 \pm 0,2$ года, 18 девочек, средний возраст $15,68 \pm 0,25$ года) Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по хоккею на траве «Динамо» Республики Татарстан. В 3-й группе было 20 юных спортсменов (10 мальчиков, средний возраст $14,5 \pm 0,58$ года, 10 девочек, средний возраст $14,8 \pm 0,5$ года) Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по фехтованию Республики Татарстан.

Для участия в исследовании отбирали детей 1-й и 2-й групп здоровья с отсутствием жалоб, отсутствием острых и хронических заболеваний. У всех детей в течение месяца не наблюдалось повышения температуры тела, никто из них не принимал медицинские препараты, биологически активные добавки, витаминно-минеральные комплексы. Распределение по возрасту и полу в группах исследования было примерно одинаковым. Юные спортсмены различались по видам спорта; стаж занятий, спортивная квалификация были сопоставимы.

Для оценки элементного статуса детей и подростков в качестве биосубстратов использовали волосы и слюну — забор этого материала безболезненный, нетравматичный, не требует соблюдения специальных условий, имеет хорошие перспективы для осуществления неинвазивных способов контроля за состоянием здоровья детского населения. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание, коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и временных особенностей рациона [6]. Состав слюны, в отличие от сыворотки крови, стал предметом изучения только в последние десятилетия. Слюнные железы тонко реагируют на любые изменения в состоянии внутренних органов и систем организма, будь это патологический процесс или физиологическое состояние [7].

Отбор проб проводили по общепринятой методике. В волосах и слюне определяли 7 химических элементов, которые, по данным литературы, являются наиболее важными для восстановления физической работоспособности [8]. Исследование содержания макроэлементов кальция, магния, калия и микроэлемента железа проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на аппарате Optima 2000 DV, PerkinElmer/США. Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Elan 9000, PerkinElmer Sciex/США определяли уровень микроэлементов хрома, цинка, селена.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программ Microsoft Office Excel 2007 и IBM SPSS Statistics 20. Методами вариационной статистики рассчитывали: среднее значение (M), ошибку средней величины (m), среднее квадратическое отклонение (σ). Достоверность различий средних сравниваемых величин (p) определяли по коэффициенту Стьюдента (t). Кроме того, был проведен корреляционный анализ с расчетом коэффициентов корреляции Пирсона (r), дисперсионный анализ с определением критерия Фишера (F) и парное сравнение совокупностей при помощи апостериорного критерия Тьюки.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования установлены значительные различия в макро- и микроэлементном составе волос и слюны детей, профессионально занимающихся спортом, по сравнению со школьниками с обычным уровнем физических нагрузок. Анализ полученных данных показал зависимость содержания калия в слюне обследуемых от спортивной активности (табл. 1). Так, уровень калия в контрольной группе был выше, чем у юных спортсменов ($p < 0,001$). Отметим, что при сравнении содержания калия в слюне у мальчиков и девочек нами не было установлено статистически значимых различий ($p > 0,05$).

Причины пониженного содержания данного макроэлемента в слюне юных спортсменов могут быть разнообразны. Одна из них обусловлена перемещением калия из внеклеточного пространства внутрь клеток. Кроме того, в условиях мышечного напряжения включается механизм терморегуляции — потоотделение. Показатели, полученные нами, согласуются с результатами А.В. Грязных и А.П. Кузнецова [9], установивших, что при выполнении физических нагрузок потеря электролитов с потом сказывается на электролитном балансе пищеварительных секретов, в том числе слюны.

Выявлено, что в волосах у юных спортсменов уровень калия был выше в сравнении с контролем. Наиболее высокие значения показателя отмечались в группе фехтовальщиков — $115,7 \pm 30,3$ мкг/г

(в контроле — $30,4 \pm 6,6$ мкг/г; $p < 0,001$). По данным В.Г. Реброва, повышение уровня калия в волосах может означать избыточное накопление в организме, перераспределение этого элемента между тканями, дисбаланс электролитов [10]. По мнению А.В. Скального, повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма (стадия преддефицита). В своих исследованиях автор показал, что подавляющее большинство случаев дисмикроэлементозов у спортсменов можно отнести к разряду профессиональных, связанных с повышенными физическими и психоэмоциональными нагрузками [11].

При изучении микроэлементного состава волос и слюны получены любопытные данные по селену (табл. 2). Установлено, что содержание данного элемента было повышено в биосубстратах всех детей и подростков с интенсивным уровнем физических нагрузок. Увеличение содержания селена в слюне у спортсменов было статистически значимым в группе девочек ($F=10,21$; $p < 0,001$). У мальчиков, занимающихся спортом, также отмечалось увеличение уровня селена в слюне, однако изменения были статистически незначимыми ($F=2,24$; $p=0,091$).

По нашему мнению, возрастание содержания селена в слюне говорит не об избытке его в организме,

а о повышенном использовании. У спортсменов, деятельность которых связана с проявлением выносливости, происходит усиление образования свободных радикалов, активация процессов окисления липидов в тканях, это истощает антиоксидантные системы организма, приводит к ускорению обмена селена в биологических жидкостях [12].

Уровень селена в волосах был также повышен в группах юных спортсменов. В контрольной группе он составлял $0,41 \pm 0,02$ мкг/г, у девочек 2-й группы (хоккей на траве) — $0,48 \pm 0,01$ мкг/г ($p=0,009$), у девочек и мальчиков 3-й группы (фехтование) — $0,54 \pm 0,02$ мкг/г ($p=0,008$) и $0,52 \pm 0,03$ мкг/г ($p=0,005$) соответственно. Повышение уровня селена в волосах является неблагоприятным фактором и означает состояние преддефицита. Этот микроэлемент способствует нормальному развитию клетки, стимулирует иммунитет, является антиоксидантом и оказывает защитное действие на цитоплазматические мембраны, не допуская их повреждения [13].

Нами был проведен корреляционный анализ зависимости уровня изучаемых элементов в слюне от их содержания в волосах. Статистически значимая взаимосвязь отмечалась при сопоставлении содержания в волосах и слюне калия ($R=-0,72$; $p < 0,001$) и селена ($R=0,44$; $p=0,004$). В первом случае корреляционная связь была обратной, высокой степени

Таблица 1. Среднее содержание калия в слюне (в мкг/г) обследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом.

Группа обследованных	Пол		p
	мальчики	девочки	
Контроль (К)	$1388,3 \pm 186,5$	$1484,3 \pm 81,9$	0,647
1-я группа (плавание)	$783,2 \pm 31,5$	$756,0 \pm 74,7$	0,743
2-я группа (хоккей на траве)	$770,8 \pm 37,1$	$807,7 \pm 42,2$	0,516
3-я группа (фехтование)	$547,4 \pm 86,9$	$493,6 \pm 91,6$	0,675
F Фишера, p	$17,89$; $<0,001$	$33,75$; $<0,001$	
апостериорные сравнения по методу Тьюки:			
p_{K-1}	$<0,001$	$<0,001$	
p_{K-2}	$<0,001$	$<0,001$	
p_{K-3}	$<0,001$	$<0,001$	

Таблица 2. Среднее содержание селена в слюне (в нг/г) обследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом

Группа обследованных	Пол		p
	мальчики	девочки	
Контроль (К)	$8,1 \pm 0,9$	$5,8 \pm 0,3$	0,048
1-я группа (плавание)	$11,3 \pm 1,0$	$11,8 \pm 1,8$	0,804
2-я группа (хоккей на траве)	$12,7 \pm 1,5$	$12,2 \pm 1,9$	0,847
3-я группа (фехтование)	$15,5 \pm 1,5$	$14,8 \pm 1,2$	0,740
F Фишера; p	$2,24$; $0,091$	$10,21$; $<0,001$	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	$p > 0,05$	$p_{K-1} = 0,01$ $p_{K-2} = 0,002$ $p_{K-3} < 0,001$	

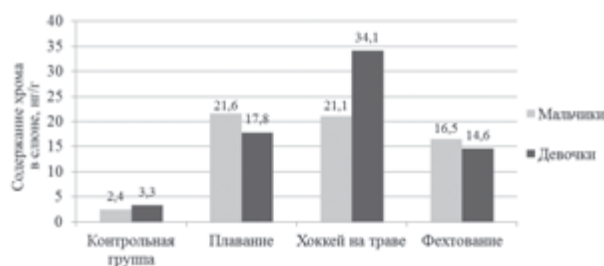


Рисунок. Среднее содержание хрома в слюне (в нг/г) обследованных детей.

по шкале Чеддока. Во втором случае отмечалась умеренной степени прямая корреляционная связь между содержанием в волосах и слюне. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что элементный состав как слюны, так и волос адекватно отражает физиологическое состояние организма и находится в корректном соответствии друг с другом.

В нашем исследовании было обнаружено также повышенное содержание хрома в слюне юных спортсменов всех групп (см. рисунок). По-видимому, повышение содержания хрома в слюне детей, профессионально занимающихся спортом, также объясняется усилением метаболизма в условиях интенсивных физических нагрузок.

При изучении других биоэлементов нами были установлены индивидуальные особенности состава волос и слюны у детей в зависимости от вида спорта. Так, для юных спортсменов, занимающихся фехтованием, уровень кальция и магния в слюне был достоверно снижен по сравнению с контрольной группой и другими группами спортсменов, а в волосах повышена концентрация железа ($p < 0,05$). Для детей, занимающихся хоккеем на траве, были характерны более высокие значения цинка как в слюне, так и в волосах в сравнении

с контрольной и другими обследованными группами ($p < 0,05$). Эти данные позволяют судить об интенсивности минерального обмена у детей и подростков в условиях повышенных физических нагрузок.

Заключение

В ходе проведенного исследования выявлено достоверное повышение уровня калия и селена в волосах у юных спортсменов по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о состоянии преддефицита. В слюне детей с интенсивным уровнем физических нагрузок по сравнению с контролем установлено увеличение концентрации микроэлементов селена и хрома и в то же время — снижение содержания калия.

Выявлены индивидуальные особенности показателей химических элементов в исследуемых биологических субстратах в зависимости от вида спорта: уровень кальция и магния в слюне снижен, а содержание железа в волосах повышено у фехтовальщиков; для занимающихся хоккеем на траве характерны более высокие значения цинка. Полученные данные отражают усиление минерального обмена в условиях интенсивных физических нагрузок. При сопоставлении содержания биоэлементов в волосах и слюне доказана статистически значимая взаимосвязь показателей калия и селена.

Таким образом, в связи с высокой частотой встречаемости дисбаланса макро- и микроэлементов у юных спортсменов с целью ранней диагностики рекомендовано проведение неинвазивных скрининговых исследований минералов в слюне и волосах. Данные, полученные в результате нашего исследования, обосновывают необходимость выделения юных спортсменов в группу риска по развитию дисмакро- и микроэлементозов.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Демидов В.А., Детков В.Ю., Сальникова Е.В. Обоснование необходимости учета региональных биогеохимических особенностей при проведении мероприятий по восстановлению здоровья населения. Вестник восстановительной медицины 2011; 5: 2–5. (Demidov V.A., Detkov V.Yu., Sal'nikova E.V. Justification of the need to incorporate the regional biogeochemical features for the activities to restore the health of the population. Vestnik vosstanovitel'noj mediciny 2011; 5: 2–5.)
2. Ситдииков Ф.Г., Святлова Н.В., Егерева Е.С. Показатели микроэлементного статуса детей, проживающих в сельской местности. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины 2011; 7: 15–17. (Sitdikov F.G., Svyatova N.V., Egereva E.S. Performance trace element status of children living in rural areas. Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny 2011; 7: 15–17.)
3. Kaganov B., Caroli M., Mazur A. et al. Suboptimal Micronutrient Intake among Children in Europe. Nutrients 2015; 13: 7: 3524–3535.
4. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. М.: Советский спорт, 2007; 240. (Gol'berg N.D., Dondukovskaja R.R. Meals young athletes. Moscow: Sovetskij sport, 2007; 240.)
5. Otag A., Hazar M., Otag I. et al. Responses of trace elements to aerobic maximal exercise in elite sportsmen. Glob J Health Science 2014; 6: 3: 6.
6. Кожин А.А., Владимирский Б.М. Микроэлементозы в патологии человека экологической этиологии. Экология человека 2013; 4: 56–64. (Kozhin A.A., Vladimirskij B.M. Microelementoses in human pathology environmental etiology. Jekologija cheloveka 2013; 4: 56–64.)
7. Васильева А.О., Павлова Г.В., Караваева Т.Ф. и др. Определение биохимического состава слюны у школьников с различной физической нагрузкой в комплексных гигиенических исследованиях. Современные проблемы науки и образования 2013; 5: 350. (Vasil'eva A.O., Pavlova G.V., Karavaeva T.F. et al. Determination of the biochemical composition of saliva in schoolchildren with different exercise in complex hygienic studies. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija 2013; 5: 350.)
8. Похачевский А.Л., Петров А.Б., Анкудинов Н.В. Восстановление физической работоспособности ква-

- лифицированных борцов-самбистов в годичном цикле подготовки. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта 2011; 81: 11: 126–130. (Pohachevskij A.L., Petrov A.B., Ankudinov N.V. Restoration of physical capacity of the qualified fighters in Sambo-year cycle of preparation. Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta 2011; 81: 11: 126–130.)
9. Грязных А.В., Кузнецов А.П. Изменение жидкостно – электролитного баланса пищеварительных желез при мышечном напряжении в условиях восстановления. Вестник Тюменского государственного университета 2013; 6: 144–150. (Grjaznyh A.V., Kuznecov A.P. Changing the liquid – electrolyte balance in the digestive glands muscle tension under reducing conditions. Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta 2013; 6: 144–150.)
10. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. Обучающие программы РСЦ института микро-элементов ЮНЕСКО. М: ГЭОТАР–Медиа 2008; 954. (Rebrov V.G., Gromova O.A. Vitamins, macro – and micronutrients. Tutorials RIC UNESCO Institute for trace elements. Moscow: GJeOTAR – Media, 2008; 954.)
11. Скальный А.В. Питание в спорте: макро- и микроэлементы. М: Городец 2005; 144. (Skal'nyj A.V. Nutrition in Sport: macro – and micronutrients. Moscow: Gorodec, 2005; 144.)
12. Станкевич Л.Г., Земцова И.И., Путро Л.М. Влияние комплекса антиоксидантов на показатели физической работоспособности триатлонистов в предсоревновательный период подготовки. Физическое воспитание студентов творческих специальностей 2005; 2: 14–22. (Stankevich L.G., Zemcova I.I., Putro L.M. Influence of a complex of antioxidants on indicators of physical performance in triathletes predsovnovatelny period of preparation. Fizicheskoe vospitanie studentov tvorcheskikh special'nostej 2005; 2: 14–22.)
13. Радыш И.И., Дулепова И.И. Особенности элементного состава волос у борцов греко-римского стиля. Вестник РУДН, серия Медицина 2006; 1: 33: 28–33. (Radysh I.I., Dulepova I.I. Features of the elemental composition of hair in Greco-Roman style. Vestnik RUDN, serija Medicina 2006; 1: 33: 28–33.)

Поступила 03.09.15