

## МЕТАБОЛИЗМ МАГНИЯ И ЦИНКА У СПОРТСМЕНОВ

Троегубова Н.А.<sup>1</sup>, Рылова Н.В.<sup>1,2</sup>, Гильмутдинов Р.Р.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Казань, Россия (420012, Казань, ул. Бутлерова, 49), e-mail: rector@kgmu.kcn.ru

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия (420138, Казань, Деревня Универсиады, 33), e-mail: kamgafksit@mail.ru

<sup>3</sup>ГУП «Центральный научно-исследовательский институт геолнеруд», Казань, Россия (420097, Казань, ул. Зинина, 4), e-mail: root@geolnerud.net

---

**В статье представлены результаты исследования волос и слюны 42 школьников в возрасте от 13 до 17 лет, распределенных по уровню физической активности. Дана характеристика минералов магния и цинка в каждой группе подростков. В результате спектрального анализа выявлено: в слюне юных спортсменов достоверно снижена концентрация магния. Связано это с усиленными продолжительными нагрузками, сопровождающимися потерей магния мышечными клетками в результате повреждений мышечных волокон, стрессами, потерей с потом. В волосах юных спортсменов уровень изучаемых элементов существенно выше. Показатели отражают усиленный кругооборот и выведение элементов при систематических физических нагрузках, что говорит о «скрытом» риске дефицита. Использование биодобавок в спорте может быть оправдано в качестве источника магния и цинка для коррекции выявленных дисэлементозов.**

---

Ключевые слова: юные спортсмены, магний, цинк.

## METABOLISM MAGNESIUM AND ZINC OF SPORTSMENTS

Troegubova N.A.<sup>1</sup>, Rylova N.V.<sup>1,2</sup>, Gilmutdinov R.R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Kazan State Medical University» Kazan, Russia (420012, Kazan, street Butlerova, 49), e-mail: rector@kgmu.kcn.ru

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism» Kazan, Russia (420138, Kazan, street Universiade Village, 33), e-mail: kamgafksit@mail.ru

<sup>3</sup>Federal State Unitary Enterprise the Central Scientific Research Institute of Geology of Industrial Minerals (TsNIIgeolnerud)Kazan, Russia (420097, Kazan, street Zinin, 4), e-mail: root@geolnerud.net

---

**The article presents the results of a study of hair and saliva 42 students aged 13 to 17 years, distributed by the level of physical activity. The characteristic of the minerals magnesium and zinc in each group of teenagers. As a result, spectral analysis revealed in the saliva of young athletes significantly reduced the concentration of magnesium. This is due to enhanced load duration, accompanied by loss of magnesium muscle cells because of damage to the muscle fibers, stress, and loss of sweat. In hair, young athletes level elements studied significantly higher. Figures reflect the enhanced circulation and excretion of elements in systematic physical exercise that speaks of a «hidden» risk of deficiency. Use of dietary supplements in sport can be justified as a source of magnesium and zinc for correction of diselementozis.**

---

Keywords: young athletes, magnesium and zinc.

Современный спорт высших достижений предъявляет высокие требования не только к уровню физической подготовки спортсмена и его психологической устойчивости, но и к базовому состоянию здоровья атлета [5]. Среди пищевых факторов, имеющих особое значение для поддержания здоровья и работоспособности, важная роль принадлежит минеральным веществам и микроэлементам. Они абсолютно необходимы для обеспечения всех жизненных функций [3]. Медико-биологические проблемы, связанные с дефицитом макро- и микроэлементов в организме, являются одними из серьезнейших в биохимии и физиологии питания современного человека. Эта проблема приобретает актуальность в

спортивной медицине, т.к. организм спортсмена, испытывающий предельные физические нагрузки, высокочувствителен к дефициту микроэлементов. В настоящее время в литературе имеется крайне ограниченное количество работ о взаимосвязях содержания минералов и показателей деятельности спортсменов, которые не дают достаточно полного представления о том, как реализуется в организме взаимодействие макро- и микроэлементов между собой, как это взаимодействие отражается на тренировочной и соревновательной деятельности.

Особую роль в метаболизме спортсменов играют магний и цинк, эти элементы являются жизненно необходимыми (эссенциальными), при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма, без них не возможен рост, развитие и совершение естественного жизненного цикла.

Магний играет ключевую роль во многих биохимических процессах. Например, в гликолизе, синтезе АТФ, обмене белков и жиров, участвует в поддержании стабильности клеточных мембран, нервно-мышечной передаче, работе сердечно-сосудистой системы и обмене гормонов [8]. В организме человека его содержится около 140 г., причем 2/3 от этого количества находится в костной ткани, а главным депо являются костная ткань и мышцы. Магний как важнейший внутриклеточный элемент в обменных процессах взаимодействует с калием, кальцием и натрием и как активатор участвует во многих ферментативных реакциях. Нормальный уровень магния необходим для обеспечения жизненно-важных процессов, регуляции нервно-мышечной проводимости, тонуса гладкой мускулатуры и для восстановления сил после тяжелых физических нагрузок [8]. При дефиците магний может высвобождаться из костей, предотвращая снижение его концентрации в сыворотке крови. При длительно существующей недостаточности развиваются обменные нарушения. В первую очередь формируется патологическая компартментализация элементов под воздействием гипомагниемии в различных органах, биологических жидкостях и тканях. Например, в гипомагниевых биосредах с годами накапливаются соли кальция (кальцификация суставов, связочного аппарата, старение кости), кальцификация атеросклеротических бляшек аорты и других сосудистых локализаций. Также инициируется камнеобразование в желчном пузыре, камнеобразование в почках и мочевом пузыре, накопление токсичных элементов. К долговременным последствиям дефицита магния относятся развитие артериальной гипертонии, сердечно-сосудистой патологии, повышенный риск инфаркта миокарда, инсульта мозга, атеросклероза, диабета и ряда онкологических программ [1,9].

Диагностировать дефицит магния не просто как по клиническим признакам, что связано с полисимптомностью проявлений, которые обусловлены участием микроэлемента в регуляции многих физиологических процессов человеческого организма, так и анализу

крови, который дает неполную информацию о содержании микроэлемента. При дефиците магний может высвободиться из депо, и предотвращается первоначальное снижение концентрации магния в сыворотке крови и, следовательно, нормомагниемия не исключает возможного его дефицита. При обнаружении гипомagneзиемии диагноз «дефицита магния» неоспорим. Однако в этом случае, как правило, уже исчерпаны возможности компенсации и недостаточность микроэлемента более выражена. Исследования минерального обмена у спортсменов показали, что уровень магния часто находится на нижней границе нормы накануне и после соревнований, а также возрастающих по нагрузке тренировок [4].

Физиологическое действие цинка заключается в его участии во многих биохимических процессах. Цинк является коферментом более чем 300 ферментов. Особенно важным представляется его участие в 2 ферментах – участниках энергообмена – карбоангидразе и лактатдегидрогеназе, а также супероксиддисмутазе, ферменте, который защищает организм от продуктов перекисного окисления липидов. В организме взрослого человека содержится 1,5–3 г цинка (Zn). Оптимальная интенсивность поступления Zn в организм – 10–15 мг в день. Содержание Zn в мышцах – 240 мг/кг, в крови – 7 мг/л. Порог токсичности – 600 мг в день. Период полувыведения из организма – 245 суток. Улучшают усвоение Zn витамины А и В6. Препятствуют усвоению его медь, марганец, железо и в больших дозах кальций. Zn обладает детоксицирующим действием – способствует удалению из организма двуокси углерода. В процессе занятий спортом он способствует очищению крови от накапливающегося в ней лактата, и, кроме того, добавки Zn (25 мг в день) повышают иммунитет в периоды интенсивной физической нагрузки в тренировочном и соревновательном режимах [2]. Основные проявления дефицита цинка характеризуются раздражительностью, утомляемостью, потерей памяти. Происходит снижение остроты зрения, потеря вкусовых ощущений. Возможно уменьшение массы тела, исхудание, чешуйчатые высыпания на коже, угри. Часто отмечается снижение уровня инсулина, снижение Т-клеточного иммунитета, снижение сопротивляемости инфекциям, анемия, ускоренное старение [10].

Получены данные о том, что у профессиональных спортсменов за соревновательный период происходит существенное снижение содержания Zn [7]. Цинк является эссенциальным элементом, и наибольший интерес представляет его участие в регуляции биосинтеза белка [32, 33]. Интенсивность белкового обмена в организме профессиональных спортсменов активизируется постоянными высокими физическими нагрузками, которые стимулируют как процессы гипертрофии мышечной ткани, так и скорость ресинтеза функциональных белков. В связи с этим понятен исходно низкий уровень содержания Zn в

крови и моче профессиональных спортсменов, а также еще более снижение его содержания за соревновательный период.

**Цель исследования:** изучить содержание магния и цинка в слюне и волосах юных спортсменов.

### **Материалы и методы**

Исследование проводилось на базе кафедры госпитальной педиатрии с курсами поликлинической педиатрии и последипломного образования «Казанского государственного медицинского университета», диагностического отделения Училища олимпийского резерва г. Казани, лаборатории ФГУП «ЦНИИ геолнеруд».

Обследовано 42 школьника в возрасте от 13 до 17 лет. В зависимости от физической нагрузки подростки были распределены на две группы. Отбор детей осуществлялся на основании отсутствия: соматических заболеваний по результатам диспансеризации, острых инфекционных заболеваний в течение 3 недель до исследования, жалоб на момент исследования. У всех обследуемых были нормальные массо-ростовые показатели, гармоничное или умеренно дисгармоничное физическое развитие. Всем исследуемым проводились опрос, анкетирование, комплексное клинико-лабораторное (ОАК, ОАМ, биохимическое исследование крови) и инструментальное (УЗИ органов брюшной полости и малого таза, ФВД, ЭКГ, велоэргометрия) обследование.

Первую, контрольную, группу составили 28 школьников, не занимающихся спортом профессионально. Уроки физической культуры два раза в неделю, без посещения дополнительных спортивных секций.

Вторая группа – 16 спортсменов по синхронному фигурному катанию. Это учащиеся Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по фигурному катанию, имеют спортивные разряды кандидат в мастера спорта и первый взрослый. Спортивный стаж не менее 5 лет. Тренировки круглогодичные, систематические, 6 дней в неделю, от 2 до 4 часов в день.

Материалом исследования явились слюна и волосы, так как кратковременные по экспозиции и значительные по степени отклонения элементного статуса изменения отражены в их концентрациях в жидких средах организма, тогда как твердые ткани характеризуют элементный статус, формирующийся в течении длительного времени.

Для исследования макро- и микроэлементов в слюне и волосах юных спортсменов применялись специальные методы: масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой на приборе «Elan-9000», оптическая эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, спектрометр «Optima 2000DV». Высокочувствительные аналитические методы позволяют добиться высочайшего качества получаемых результатов, а также фиксировать

низкие концентрации веществ в биологических жидкостях. Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену и статистического сравнения по методу Манна – Уитни.

### Результаты исследования

По результатам опроса и анкетирования выявлено, что 14 (87,5 %) подростков в группе юных спортсменов не получают дополнительную дотацию микроэлементов в виде препаратов в соревновательный период. У 11 (68,8 %) 2-х разовый режим питания в процессе тренировок и выступлений. В качестве перекусов 15 (93,8 %) юных спортсменов предпочитает газированные напитки, кондитерские изделия, бутерброды. А у 10 (62,5 %) за последние 12 месяцев зарегистрированы спортивные травмы в виде растяжений, ушибов, разрывов связок и вывихов.

Результаты, полученные нами специальными методами исследования, представлены в таблицах:

Таблица 1

Содержание элементов в слюне обследуемых подростков

Элемент (мг/л)	1 (контроль)	2 (фигуристы)
Магний	3,76±0,70	2,40±1,66*
Цинк	0,034±0,01	0,02±0,008

Примечание. Различия между группами достоверны при \*-  $p \leq 0,01$

Таблица 2

Содержание макро- и микроэлементов в волосах обследуемых подростков

Элемент (мг/кг)	1 (контроль)	2 (фигуристы)
Магний	68,46±16,8	84,25 ± 10,23*
Цинк	83,28 ± 12	158,5 ± 15,4*

Примечание. Различия между группами достоверны при \*-  $p \leq 0,01$ .

Кроме того, в нашем исследовании обнаружены корреляции магния и цинка в группе контроля  $r=0,78$   $p < 0,01$  и группе атлетов  $r=0,21$   $p < 0,01$ . Достоверных различий между группами юношей и девушек не выявлено.

Установлено, в группе спортсменов достоверно снижена концентрация магния в слюне. Скорее всего, это связано с усиленными продолжительными нагрузками, сопровождающимися потерей магния мышечными клетками в результате повреждений мышечных волокон, стрессами, потерей элемента с потом. Зарегистрировано достоверное повышение уровней магния и цинка в волосах юных атлетов. Полученные данные согласуются с данными о различиях в составе волос профессиональных спортсменов, в

целом, в сторону повышения концентрации основных химических элементов по сравнению с показателями здоровых людей, не занимающихся спортом [6]. В нашем случае более высокое содержание цинка и магния в волосах спортсменов, по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом, скорее всего отражает усиленный кругооборот и выведение этих элементов при систематических физических нагрузках (кумулятивный эффект физических нагрузок), что может говорить о «скрытом» риске дефицита. Дефицит минералов не изолированный, что подтверждается зафиксированными корреляциями.

На основании результатов, полученных специальными методами исследования, каждому спортсмену были даны индивидуальные рекомендации по включению в рацион питания продуктов, богатых магнием. Контрольное обследование с определением магния в слюне юных спортсменов проводилось через два месяца. Достоверных различий выявлено не было ( $Mg\ 2,67 \pm 1,08\ p > 0,05$ ). Таким образом, можно сделать вывод, что восполнить потери микроэлемента только алиментарной коррекцией не удалось.

Полученные результаты свидетельствует об особенностях метаболизма в условиях повышенной физической нагрузки. Своевременная коррекция минерального состава является средством профилактики в условиях напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок, использование биодобавок в спорте может быть оправдано в качестве источника магния и цинка для коррекции выявленной недостаточности этих веществ [2].

### Список литературы

1. Акарачкова Е.С. Магний и его роль в жизни и здоровье человека // Справочник поликлинического врача. – 2009. – С.5.
2. Алешин А.Л., Исаев А. П., Ненашева А.В. Опыт использования спортивных биологически активных добавок (БАД) – «ЗМА» (цинк, магний и пиридоксин) в конькобежном спорте // Вестник ЮУрГУ. – 2012. – № 21. – С. 20-21.
3. Василевский И. В. Латентный дефицит железа как фактор, лимитирующий возможности спортсменов //Образование, физическая культура, спорт и здоровье: анализ проблемы: Материалы 1-ой открытой Российской науч.конференц. – Смоленск, 2012. – С. 62–65.
4. Горчакова Н.А., Гудивок Я.С., Гунина Л.М. Фармакология спорта. – К.: Олимп. л-ра, 2010.
5. Каркищенко Н.Н. Роль микроэлементов в спортивном питании и безопасность металлохелатов // Биомедицина. – 2013. – № 2. – С. 12-41.

6. Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Катулин А.Н. Питание в спорте: макро- и микроэлементы. – М.: Городец, 2005. – 144 с.
7. Giolo De Carvalho F, Rosa FT, Marques Miguel Suen V, // Evidence of zinc deficiency in competitive swimmers. Nutrition. – 2012. – № 28. – P. 1127-31.
8. Nicholson A, Fuhrer R, Marmot M. Psychological Distress as a Predictor of CHD Events in Men: The Effect of Persistence and Components of Risk. // Psychosom Med. – 2005. – № 67. – P. 522–30.
9. Woźniak A., Kujawa A., Seńczuk-Przybyłowska M., Kulza M., Gawecki W., Szybiak B., et al. Physiological metals in the serum, hair and nails of patients with head and neck cancer //Przegl Lek. – 2012. – № 69. – P.785-97.

**Рецензенты:**

Пикуза О.И., д.м.н., профессор кафедры пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии с курсом детских болезней лечебного факультета ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», г. Казань.

Вахитов Х.М., д.м.н., доцент кафедры пропедевтики детских болезней и факультетской педиатрии с курсом детских болезней лечебного факультета ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», г. Казань.