

Минеральный обмен у детей и подростков, занимающихся спортом

Н.В. Рылова¹, А.В. Жолинский²

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия;

²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва, Россия

Mineral metabolism in children and teenagers involved in sports

N.V. Rylova¹, A.V. Zholinsky²

¹Kazan State Medical University, Kazan, Russia;

²Federal Scientific Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation, Moscow, Russia

Цель исследования. Установить особенности метаболизма макро- и микроэлементов у детей и подростков, занимающихся спортом, на основании их изучения в биологических субстратах

Характеристика детей и методы исследования. В исследование приняли участие 130 детей и подростков в возрасте от 12 до 17 лет 11 мес. Среди них 102 ребенка с интенсивным уровнем физических нагрузок. В работе применялся традиционный комплекс клинических и лабораторно-инструментальных исследований. Исследование содержания элементов кальция, калия, магния, железа, цинка, хрома и селена в слюне и волосах детей и подростков проводили методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты. Данные, полученные при исследовании макро- и микроэлементов в слюне и волосах детей и подростков, свидетельствуют о существенных изменениях их показателей в зависимости от интенсивности физической нагрузки, а также вида спорта. Наибольшие сдвиги были характерны для биоэлементов калия и селена. Полученные результаты открывают новые перспективы формирования здоровья детей и подростков, занимающихся спортом.

Ключевые слова: дети, юные спортсмены, физическое развитие, макро- и микроэлементы, дефицит биоэлементов.

Для цитирования: Рылова Н.В., Жолинский А.В. Минеральный обмен у детей и подростков, занимающихся спортом. Рос вестн перинатол и педиатр 2020; 65:(5): 187–192. DOI: 10.21508/1027-4065-2020-65-5-187-192

Objective. To establish the characteristics of the metabolism of macro- and microelements in children and adolescents involved in sports based on biological substrates.

Children characteristics and research methods. The study involved 130 children and adolescents from 12 to 17 years 11 months old. There were 102 children with an intense level of physical activity among them. The researchers used the traditional complex of clinical, laboratory and instrumental studies. The content of calcium, potassium, magnesium, iron, zinc, chromium and selenium in the saliva and hair of children and adolescents was studied by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma and mass spectrometry with inductively coupled plasma.

Results. The results of macro- and microelements in the saliva and hair of children and adolescents indicate significant changes in their values depending on the intensity of physical activity, as well as kind of sport. Potassium and selenium demonstrated the greatest changes. The results obtained open up new prospects for the formation of the health of children and adolescents involved in sports.

Key words: children, young athletes, physical development, macro- and microelements, deficiency of bioelements.

For citation: Rylova N.V., Zholinsky A.V. Mineral metabolism in children and teenagers involved in sports. Ros Vestn Perinatol i PEDIATR 2020; 65:(5): 187–192 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2020-65-5-187-192

При изучении взаимосвязи между содержанием макро-, микроэлементов и состоянием здоровья детей важен выбор чувствительных методов анализа. В настоящее время с целью получения высокоточных результатов используются многоэлементные методы атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой [1–3]. В связи с развитием профилактического направления в медицине все больший интерес при-

влекают исследования таких биологических субстратов, как волосы и слюна, так как неинвазивность, информативность, доступность забора материала представляют хорошие перспективы для осуществления массового контроля за состоянием здоровья детей и подростков [4–7].

Характеристика детей и методы исследования

Под наблюдением находились 130 детей и подростков в возрасте от 12 до 17 лет 11 мес. Среди них 102 ребенка с интенсивным уровнем физических нагрузок (интенсивная физическая нагрузка не менее 12 ч в неделю, 3 раза в неделю и более в течение последних 6 мес или более). Дети, занимающиеся спортом, были разделены на 3 группы в зависимости от типа физической нагрузки. Таким образом, в 1-ю группу вошли 35 детей – представителей циклических видов спорта (плавание), во 2-ю – 47 представителей игровых видов спорта (хоккей на траве),

© Коллектив авторов, 2020

Адрес для корреспонденции: Рылова Наталья Викторовна – д.м.н., проф. кафедры госпитальной педиатрии с курсом поликлинической педиатрии Казанского государственного медицинского университета, ORCID: 0000-0002-9248-6292
e-mail: rilovanv@mail.ru

420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 49

Жолинский Андрей Владимирович – к.м.н., директор Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации, ORCID: 0000-0002-0267-9761

121059 Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5

в 3-ю – 20 юных спортсменов, занимающихся единоборствами (фехтование). Обследуемые различались по видам спорта; стаж занятий и спортивная квалификация были сопоставимы. Остальные 28 детей составили контрольную группу – не занимающиеся интенсивной физической нагрузкой (занятия физической культурой 2 раза в неделю в рамках школьного расписания, без посещения дополнительных спортивных секций).

В работе применяли традиционный комплекс клинических и лабораторно-инструментальных исследований: анализ анамнестических данных, опрос с использованием специально разработанной нами анкеты, общеклинический осмотр, измерение артериального давления, динамометрия, антропометрия (измерение массы и длины тела, окружности грудной клетки, определение индекса массы тела – ИМТ), анализ состава тела анализатором TANITA, общий анализ крови, общий анализ мочи, стандартная электрокардиография – ЭКГ, эхокардиография, ЭКГ-пробы с физической нагрузкой, исследование функции внешнего дыхания, ультразвуковое исследование органов брюшной полости.

Содержание элементов кальция, калия, магния, железа, цинка, хрома и селена в слюне и волосах детей и подростков определяли 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 (PerkinElmer Sciex, США; хром, цинк, селен). Уровень макро- и микроэлементов определяли на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых» Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Статистическая обработка. Для статистической обработки полученных данных 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 сравнимых совокупностей на нормальность распределения. Методами вариационной статистики рассчитывали среднее значение (M), ошибку средней величины (m). Достоверность различий средних сравниваемых величин определяли с применением коэффициент Стьюдента (t). Различия показателей считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Для оценки связи между исследуемыми параметрами, имеющими количественное выражение, использовали метод линейной регрессии, в качестве показателя тесноты связи – линейный коэффициент корреляции Пирсона R . С целью сравнения вариационных рядов применяли однофакторный диспер-

сионный 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 использовали критерий Фишера (F). В случае обнаружения статистически значимых различий между группами дополнительно проводили 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.

Результаты и обсуждение

Клиническая характеристика детей. По данным антропометрии выявлено, что средние показатели роста и массы тела у девочек (табл. 1) и мальчиков (табл. 2) в группах юных спортсменов циклических и игровых видов спорта достоверно выше, чем в контрольной группе.

Методом биоэлектрического импеданса проведен анализ состава тела и установлено, что процент жира в организме детей группы контроля был выше, чем у юных спортсменов ($p < 0,05$). Так, для мальчиков контрольной группы этот показатель составил $12,58 \pm 0,85\%$, в то время как для пловцов – $8,68 \pm 0,77\%$, хоккеистов – $7,82 \pm 0,72\%$, фехтовальщиков – $7,12 \pm 0,81\%$. Среди девочек были получены схожие результаты: содержание жира в группе контроля составило $26,7 \pm 0,34\%$, в группе девочек, занимающихся плаванием, – $21,31 \pm 1,58\%$, хоккеисток – $19,1 \pm 0,76\%$, фехтовальщиц – $21,66 \pm 1,21\%$. В то же время уровень мышечной массы мальчиков, не занимающихся спортом, составил $46,12 \pm 1,5$ кг, что достоверно ниже, чем в группах юных спортсменов: у пловцов – $57,33 \pm 1,31$ кг, у хоккеистов – $58,86 \pm 1,8$ кг, у фехтовальщиков – $51,31 \pm 2,8$ кг.

По результатам общего анализа крови выявлено, что у юных спортсменов общее количество эритроцитов и гемоглобина в крови достоверно больше, чем в контрольной группе. У детей и подростков, занимающихся плаванием, уровень эритроцитов $4,86 \pm 0,12 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобина – $155,6 \pm 3$ г/л, в группе хоккея на траве $5,04 \pm 0,07 \cdot 10^{12}/л$ и $153 \pm 3,81$ г/л, у фехтовальщиков – $4,51 \pm 0,15 \cdot 10^{12}/л$ и $140 \pm 2,08$ г/л, в то время как у школьников группы контроля – $3,96 \pm 0,13 \cdot 10^{12}/л$ и $125,7 \pm 3,6$ г/л соответственно ($p < 0,05$). При исследовании функции внешнего дыхания установлено значительное увеличение жизненной емкости легких в группе детей циклического вида спорта (4395 ± 215 мл) по сравнению с игровым видом (3992 ± 246 мл) и единоборством (3240 ± 301 мл).

Показатели макро- и микроэлементного состава слюны. Установлено, что уровень калия в слюне юных спортсменов снижен по сравнению с таковым в контрольной группе: у мальчиков, занимающихся циклическим видом спорта, – $783,2 \pm 31,5$ мкг/г,

игровым видом спорта – 770,8±37,1 мкг/г, единоборством – 547,4±86,9 мкг/г, в контрольной группе – 1388,3±186,5 мкг/г. У девочек циклического вида спорта уровень калия в слюне составил 756,0±74,7 мкг/г, игрового вида – 807,7±42,2 мкг/г, единоборства – 547,4±86,9 мкг/г, в контрольной группе – 1388,3±186,5 мкг/г ($p<0,05$). Кроме того, выявлено, что микроэлементный состав слюны детей и подростков, занимающихся спортом, имел особенности: уровень хрома у юных спортсменов был выше, чем у детей контрольной группы: у мальчиков, занимающихся циклическим видом спорта, – 21,6±1,9 нг/г, игровым видом – 21,1±1,1 нг/г, единоборством – 16,5±1,5 нг/г, в контрольной группе – 2,4±0,4 нг/г. У девочек циклического вида спорта этот показатель составил 17,8±5,0 нг/г, игрового вида – 34,1±4,5 нг/г, единоборства – 14,6±1,3 нг/г, в контрольной группе – 3,3±0,3 нг/г ($p<0,05$). Содержание селена повышено у девочек-спортсменок: циклический вид спорта – 11,8±1,8 нг/г, игровой вид спорта – 12,2±1,9 нг/г, единоборство – 14,8±1,2 нг/г, в контрольной группе – 5,8±0,3 нг/г ($p<0,05$). У мальчиков-спортсменов наблюдается тенденция к увеличению уровня селена ($F=2,24; p=0,091$).

Выявлены особенности содержания макро- и микроэлементов в зависимости от вида физической нагрузки. У детей, занимающихся фехтованием, установлены более низкие, чем в группе контроля и у остальных юных спортсменов, уровни макроэлемента кальция в слюне. Согласно полученным нами данным для мальчиков-фехтовальщиков уровень кальция составил 24,8±2,3 мкг/г, в то время как у

мальчиков контрольной группы – 41,7±5,6 мкг/г, пловцов – 37,7±1,9 мкг/г, хоккеистов – 36,0±1,7 мкг/г ($p<0,05$). Содержание кальция у девочек-фехтовальщиц достигало 32,2±3,4 мкг/г, что достоверно ниже, чем у девочек контрольной группы – 45,6±2,3 мкг/г и у хоккеисток – 50,2±2,4 мкг/г. Исследования содержания кальция в слюне интересны и перспективны, стабильное содержание этого элемента в крови относится к жестко контролируемым показателям. Паратгормон, кальцитонин и витамин D поддерживают концентрацию макроэлемента в очень узком диапазоне, поэтому понижение его концентрации в крови сложно зарегистрировать.

Для юных спортсменов-фехтовальщиков установлены и более низкие концентрации макроэлемента магния в слюне. У мальчиков этой группы уровень магния достигал 3,3±0,6 мкг/г, тогда как у пловцов – 6,9±0,8 мкг/г, а у хоккеистов – 7,4±0,7 мкг/г ($p<0,05$). Уровень этого элемента у девочек-фехтовальщиц составил 2,9±0,7 мкг/г, у пловчих – 6,0±1,0 мкг/г, у хоккеисток – 4,9±0,5 мкг/г.

Дети и подростки, занимающиеся игровым видом спорта, имели достоверно высокие уровни цинка в слюне. Так, у мальчиков-хоккеистов среднее содержание цинка было 0,153±0,049 мкг/г, в то время как у мальчиков группы контроля, пловцов и фехтовальщиков соответственно 0,031±0,007, 0,063±0,009 и 0,033±0,011 мкг/г. Согласно полученным нами данным у девочек-хоккеисток уровень цинка составил 0,413±0,157 мкг/г, у девочек контрольной группы – 0,033±0,006 мкг/г, у девочек, занимающихся плаванием, – 0,060±0,014 мкг/г, у фехтовальщиц – 0,029±0,009 мкг/г ($p<0,05$).

Таблица 1. Общая характеристика обследованных девочек

Table 1. General characteristics of the examined girls

| Группа | Число детей | Стаж занятий, годы | Возраст, годы | Рост, см | Масса тела, кг | ИМТ, кг/см ² |
|-------------|-------------|--------------------|---------------|------------|----------------|-------------------------|
| Контрольная | 20 | – | 14,4±0,3 | 158,6±1,4 | 52,5±1,5 | 20,78±0,3 |
| 1-я | 10 | 6,85±0,4 | 14,5±0,5 | 165,35±1,1 | 57,67±2,5 | 20,21±0,3 |
| 2-я | 18 | 6,25±0,59 | 15,6±0,2 | 163,9±1,7 | 56,4±1,4 | 20,97±0,4 |
| 3-я | 10 | 6,4±0,56 | 14,8±0,5 | 162,8±1,7 | 56,0±1,6 | 21,0±0,4 |

Примечание. ИМТ – индекс массы тела.

Таблица 2. Общая характеристика обследованных мальчиков

Table 2. General characteristics of the examined boys

| Группа | Число детей | Стаж занятий, годы | Возраст, годы | Рост, см | Масса тела, кг | ИМТ, кг/см ² |
|-------------|-------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|-------------------------|
| Контрольная | 8 | – | 14,75±0,61 | 165,5±0,6 | 57,18±3,66 | 20,55±0,79 |
| 1-я | 25 | 7,88±0,32 | 15,12±0,2 | 176,61±1,03* | 65,36±1,44* | 20,76±0,35 |
| 2-я | 29 | 7±0,41 | 15,78±0,2 | 175,13±1,17* | 67,87±2,51* | 22,04±0,69 |
| 3-я | 10 | 6,4±0,47 | 14,5±0,58 | 167,55±3,27 | 58,09±3,07 | 20,61±0,77 |

Примечание. * $p<0,05$ для различий с показателями контрольной группы. ИМТ – индекс массы тела.

Нами не было установлено статистически значимых различий между девочками и мальчиками по содержанию цинка в слюне, независимо от отношения к спорту и вида спортивной нагрузки ($p > 0,05$).

Сводная информация об изменениях содержания макро- и микроэлементов в слюне у мальчиков и девочек, занимающихся различными видами спорта, по сравнению с контрольной группой, представлена в табл. 3. Изменения в макроэлементном составе слюны юных спортсменов характеризовались снижением концентраций, в то время как отклонения в микроэлементном составе – повышением уровней изучаемых минералов. Вероятно, это связано с различной проницаемостью гематосаливарного барьера для макро- и микроэлементов в условиях интенсивных физических нагрузок, так как известно, что проницаемость его неодинакова и может изменяться под действием различных факторов.

Изучение взаимосвязи показателей макро- и микроэлементного состава слюны от возраста и индекса массы тела. Установлено, что содержание макро- и микроэлементов в слюне имело множественные связи с возрастом обследуемых детей и подростков. Выявлено, что уровень калия коррелировал с возрастом спортсменов, занимающихся фехтованием. Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,65, что по шкале Чеддока соответствует заметной прямой связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 42,0%, уровень значимости наблюдаемой корреляции – 0,043.

По данным корреляционного анализа, уровень микроэлемента цинка находился в связи с возрастом детей, занимающихся хоккеем на траве. Коэффициент корреляции для данной зависимости составил –0,55, что соответствует заметной обратной связи. Коэф-

фициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 30,4%, уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи – 0,041.

Уровень кальция коррелировал с возрастом юных спортсменов, занимающихся плаванием. Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,50, что соответствует заметной прямой связи. Коэффициент детерминации R^2 составил 25,1%, уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи – 0,011. С целью графического изображения (см. рисунок) выявленной связи мы использовали метод парной линейной регрессии и получили уравнение: $Y_{Ca} = -33,31 + 4,69 \cdot X_{воз}$, где Y_{Ca} – содержание кальция в слюне спортсменов (мкг/г), $X_{воз}$ – возраст исследуемых (полных лет).

Согласно результатам проведенного корреляционного анализа зависимости содержания микро- и макроэлементов, в слюне от индекса массы тела нами не отмечено сильных связей между сопоставляемыми параметрами во всех группах. Единственной статистически значимой оказалась взаимосвязь уровня хрома и индекса массы тела у девушек контрольной группы. Коэффициент корреляции для данной зависимости составил –0,46, что соответствует умеренной обратной связи. Коэффициент детерминации R^2 составил 20,8%, уровень значимости наблюдаемой корреляции – 0,043.

Показатели макро- и микроэлементного состава волос. Содержание макро- и микроэлементов в волосах служит отображением длительной экспозиции металлов в организме. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и тесно коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов

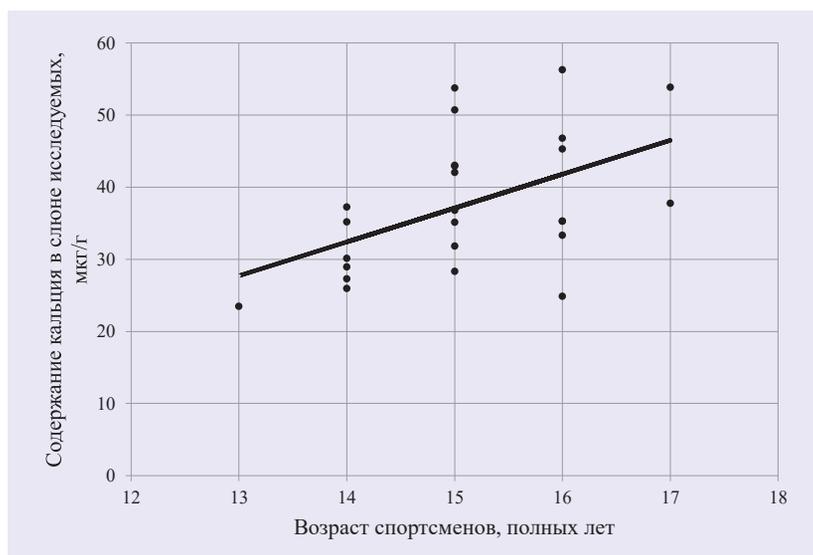


Рисунок. Зависимость содержания кальция в слюне от возраста в группе спортсменов, занимающихся плаванием.

Figure. Dependence of calcium in saliva on age in the group of athletes involved in swimming.

и временных особенностей рациона. Определение макро- и микроэлементов в волосах было проведено у девочек контрольной группы, спортсменок, занимающихся хоккеем на траве и фехтованием. В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа были установлены статистически значимые различия содержания калия, цинка и селена в волосах исследуемых (табл. 4).

Выявлено, что уровень калия у юных спортсменок был выше, чем в контрольной группе. Наиболее высокие значения показателя отмечались у девочек, занимающихся фехтованием, — $106,2 \pm 29,5$ мкг/г, в то время как в контрольной группе — всего $30,4 \pm 6,6$ мкг/г. Полученный результат мы рассматриваем как показатель усиленного метаболизма этого элемента в организме, что свидетельствует о возрастании подвижности уровня калия и риске возникновения его дефицита.

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, у девочек, занимающихся хоккеем на траве, — $0,48 \pm 0,01$ мкг/г ($p=0,009$). Повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма (стадия преддефицита). Помимо общих закономерностей нами выявлены и групповые особенности в зависимости от вида спорта. Содержание цинка было статистически значимо выше, чем в контрольной группе, у девочек, занимающихся хоккеем на траве ($p<0,001$). Таким образом, элементный состав волос юных спортсменок отличался от показателей девочек, не занимающихся спортом.

Таблица 3. Изменения содержания макро- и микроэлементов в слюне у юных спортсменов

Table 3. Changes in the content of macro- and microelements in saliva in young athletes

| Элемент | Контроль | | Плавание | | Хоккей на траве | | Фехтование | |
|----------------|----------|--------|----------|------|-----------------|------|------------|------|
| | мал. | дев. | мал. | дев. | мал. | дев. | мал. | дев. |
| Кальций, мкг/г | 41,7 | 45,6 | ↓ | ↓ | ↓↓ | ↑ | ↓↓↓* | ↓↓* |
| Магний, мкг/г | 3,9 | 3,9 | ↑ | ↑↑ | ↑↑ | ↑ | ↓ | ↓ |
| Калий, мкг/г | 1388,3 | 1484,3 | ↓* | ↓↓* | ↓↓* | ↓* | ↓↓↓* | ↓↓↓* |
| Железо, мкг/г | 0,04 | 0,049 | ↑ | ↓ | ↓↓ | ↑ | ↓ | ↓↓ |
| Цинк, мкг/г | 0,031 | 0,033 | ↑↑ | ↑ | ↑↑↑ | ↑↑* | ↑ | ↓ |
| Селен, нг/г | 8,1 | 5,8 | ↑ | ↑* | ↑↑ | ↑↑* | ↑↑↑ | ↑↑↑* |
| Хром, нг/г | 2,4 | 3,3 | ↑↑↑* | ↑↑* | ↑↑* | ↑↑↑* | ↑* | ↑* |

Примечание. * $p<0,05$ для различий по сравнению с контролем. ↓ — снижение показателя по сравнению с контролем; ↑ — повышение показателя по сравнению с контролем.

Таблица 4. Среднее содержание макро- и микроэлементов (мкг/г) в волосах девочек, исследуемых в зависимости от занятий спортом

Table 4. The average content of macro- and micronutrients ($\mu\text{g/g}$) in the hair of girls studied depending on sports

| Элемент | Сравниваемые подгруппы | | | p_1 | p_{II} |
|---------|------------------------|---------------------|------------------|----------|------------------------------------|
| | контроль (0) | хоккей на траве (2) | фехтование (3) | | |
| Кальций | $846,1 \pm 109,7$ | $1039,4 \pm 61,1$ | $698,0 \pm 93,8$ | 0,209 | $>0,05$ |
| Магний | $70,8 \pm 8,1$ | $95,4 \pm 8,7$ | $73,2 \pm 14,0$ | 0,131 | $>0,05$ |
| Калий | $30,4 \pm 6,6$ | $95,9 \pm 12,1$ | $106,2 \pm 29,5$ | $<0,001$ | $p_{0-2}=0,003$ $p_{0-3}=0,015$ |
| Железо | $34,8 \pm 4,4$ | $23,2 \pm 3,8$ | $22,6 \pm 4,2$ | 0,112 | $>0,05$ |
| Цинк | $85,0 \pm 6,1$ | $184,4 \pm 15,1$ | $135,2 \pm 16,2$ | $<0,001$ | $p_{0-2}<0,001$ |
| Селен | $0,41 \pm 0,02$ | $0,48 \pm 0,01$ | $0,54 \pm 0,02$ | 0,001 | $p_{0-2}=0,009$ $p_{0-3}=0,008$ |
| Хром | $1,40 \pm 0,39$ | $0,22 \pm 0,07$ | $0,44 \pm 0,16$ | 0,118 | $>0,05$ |

Примечание. p_1 — для различий при проведении однофакторного дисперсионного анализа; p_{II} — для различий при парном сравнении совокупностей.

Изучение взаимосвязи показателей макро- и микроэлементного состава волос от возраста и индекса массы тела. Установлена связь между содержанием кальция и магния в волосах и возрастом девочек, занимающихся фехтованием. Коэффициент корреляции для кальция составил $-0,75$, что соответствует высокой тесноте обратной связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил $56,2\%$, уровень значимости наблюдаемой корреляции $-0,048$. Коэффициент корреляции для магния составил $-0,69$, что соответствует заметной тесноте обратной связи. Коэффициент детерминации достигал $R^2=47,6\%$, уровень значимости наблюдаемой корреляции $-0,046$.

По результатам корреляционного анализа нами выявлена связь между содержанием кальция в волосах и индексом массы тела девочек, занимающихся хоккеем на траве. Коэффициент корреляции для данной зависимости составил $0,60$, что соответствует заметной прямой связи. Коэффициент детерминации $R^2=36,0\%$, уровень значимости наблюдаемой корреляции $-0,047$.

Коэффициент корреляции уровня селена в волосах и индекса массы тела девочек, занимающихся

фехтованием, составил $0,85$, что соответствует высокой тесноте прямой связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором индекса массы тела, достигал $72,2\%$, уровень значимости наблюдаемой корреляции $-0,015$.

Статистически значимая взаимосвязь отмечалась при сопоставлении содержания в волосах и слюне таких элементов, как калий ($R=-0,72$; $p<0,001$) и селен ($R=0,44$; $p=0,004$). В первом случае корреляция была обратной, теснота ее при оценке по шкале Чеддока — высокой. Для селена отмечалась умеренной тесноты прямая корреляция между содержанием в волосах и слюне.

Заключение

Таким образом, в результате исследований макро- и микроэлементов в слюне и волосах детей и подростков нами были выявлены существенные изменения показателей в зависимости от интенсивности физической нагрузки, а также вида спорта. Наибольшие сдвиги были характерны для биоэлементов калия и селена. Полученные результаты открывают новые перспективы формирования в будущем здоровья детей и подростков, занимающихся спортом.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES):

1. Рылова Н.В., Трогубова Н.А., Жолинский А.В., Середина А.П., Оганниан М.Г. Оценка минерального статуса у юных спортсменов. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2017; 62(5): 175–183. DOI: 10.21508/1027-4065-2017-62-5-175-183. [Rylova N.V., Trogubova N.A., Zholinsky A.V., Sereda A.P., Hovhannisyanyan M.G. Assessment of mineral status in young athletes. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2017; 62(5): 175–183. (in Russ.)] DOI: 10.21508/1027-4065-2017-62-5-175-183
2. Nabatov A.A., Trogubova N.A., Rylova N.V. Sport- and sample-specific features of trace elements in adolescent female field hockey players and fencers. J Trace Elem Med Biol 2017; 43: 33–37. DOI: 10.1016/j.jtemb.2016.11.002
3. Трогубова Н.А., Рылова Н.В., Гильмутдинов Р.Р., Середина А.П. Особенности содержания биоэлементов в слюне и волосах юных. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2016; 61(2): 84–88. [Trogubova N.A., Rylova N.V., Gilmutdinov R.R., Sereda A.P. Features of the content of bioelements in the saliva and hair of young people. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2016; 61(2): 84–88 (in Russ.)]
4. Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Имамов А.А., Жолинский А.В. Актуальные вопросы медико-биологического сопровождения детско-юношеского спорта. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2018; 63 (5): 231–236. DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-5-231-236.
5. Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Золкина Н.В., Сухорукоев В.С. Особенности карнитинового обмена у юных спортсменов. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2015; 60(2): 105–108. [Biktimirova A.A., Rylova N.V., Zolkina I.V., Kulagina T.E., Sukhorukov V.S. Carnitine metabolic features in young athletes. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2015; 60(2): 105–107. (In Russ.)]
6. Okreglicka K. Health effects of changes in the structure of dietary macronutrients intake in western societies. Rocznik Panstw Zakl Hig 2015; 66(2): 97–105.
7. Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Жолинский А.В. Обмен карнитина в оценке состояния тканевой энергетики и физической работоспособности юных спортсменов. Спортивная медицина: наука и практика 2019; 9(1): 14–20. [Rylova N.V., Biktimirova A.A., Zholinsky A.V. Carnitine exchange in the assessment of tissue energetics and physical performance of young athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika 2019; 9(1): 14–20. (in Russ.)] DOI: 10.17238/ISSN22232524.2019.1.14

Поступила: 14.07.20

Received on: 2020.07.14

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.