

УДК 612.6:611.781

## МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ВОЛОСАХ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА

<sup>1</sup>Турамкулов Ш.Н., <sup>2</sup>Расулов С.К., <sup>1</sup>Аминжонов Ш.А.

<sup>1</sup>Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд,  
e-mail: shokirturamqulov@gmail.com, aminjanov@gmail.com

<sup>2</sup>Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд,  
e-mail: rasulovsaydullo@mail.ru

В данном исследовании определялись макроэлементы (кальций, натрий, магний и калий), а также микроэлементы (железо, цинк, медь, марганец, кобальт и бром) в волосах детей младшего школьного возраста (7–11 лет), проживающих в Самаркандской области, в зависимости от возраста и пола. В исследовании приняли участие 200 обучающихся младших классов, проживающих в различных биогеохимических районах Самаркандской области, было проанализировано состояние макро- и микроэлементов в волосах 100 девочек и 100 мальчиков. По результатам исследований анализ макро- и микроэлементов показал, что некоторые макро- и микроэлементы различаются в зависимости от возраста и пола, в частности среди макроэлементов у детей 9 лет только содержание макроэлемента натрия отличалось убедительной разницей в волосах мальчиков и девочек ( $789 \pm 24,5$  мкг/г и  $637,8 \pm 141,1$  мкг/г;  $p < 0,01$ ). Возрастные различия по микроэлементам обнаруживаются по марганцу, который у девочек 10 лет ниже ( $p < 0,001$ ), и по хрому, у девочек 7 и 11 лет он выше ( $p < 0,001$ ). Причина этого может быть связана с рационом и биогеохимическими особенностями места проживания. Указанные показатели имеют значение для правильного определения количества макро- и микроэлементов в рационе детей 7–11 лет, проживающих в данном регионе. Также следует отметить, что подобные исследования проводятся впервые в этом регионе и полученные результаты могут быть рекомендованы как нормативные данные.

**Ключевые слова:** макроэлементы, микроэлементы, волос, мальчик, девочка

## MACRO-AND MICROELEMENTS IN THE HAIR OF PRIMARY SCHOOLCHILDREN LIVING IN THE SAMARKAND REGION, DEPENDING ON AGE AND GENDER

<sup>1</sup>Turamkulov Sh.N., <sup>2</sup>Rasulov S.K., <sup>1</sup>Aminzhonov S.A.

<sup>1</sup>Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand,  
e-mail: shokirturamqulov@gmail.com, aminjanov@gmail.com

<sup>2</sup>Samarkand State Medical University, Samarkand, e-mail: rasulovsaydullo@mail.ru

In this study, the macroelements calcium, sodium, magnesium and potassium, as well as the microelements iron, zinc, copper, manganese, cobalt and bromine were determined in the hair of children of primary school age (7-11 years old) living in the Samarkand region, depending on age and gender. The study involved 200 primary school students living in various biogeochemical regions of the Samarkand region; the state of macro- and microelements in the hair of 100 girls and 100 boys was analyzed. According to the results of research, the analysis of macro- and microelements showed that some macro- and microelements differ depending on age and gender, in particular, among macroelements in 9-year-old children, only the macroelement sodium was distinguished by a convincing difference in the hair of boys and girls ( $789 \pm 24.5$   $\mu\text{g/g}$  and  $637.8 \pm 141.1$   $\mu\text{g/g}$ ,  $p < 0.01$ ). Age differences in microelements are found in manganese, which is lower in girls aged 10 years than in boys ( $p < 0.001$ ) and in chromium, which is higher in girls aged 7 and 11 years ( $p < 0.001$ ). The reason for this may be related to diet and biogeochemical characteristics of the place of residence. These indicators are important for correctly determining the amount of macro- and microelements in the diet of children 7-11 years old living in a given region. It should also be noted that such studies are being conducted for the first time in this region and the results obtained can be recommended as normative data.

**Keywords:** macroelements, microelements, hair, boy, girl

### Введение

Количество макро- и микроэлементов в детских волосах зависит от возраста и половых особенностей детей, а также их пищевых, экологических и геохимических особенностей [1]. Макро- и микроэлементы играют решающую роль в функционировании организма человека и прямо или косвенно участвуют в регуляции всех жизненных процессов [2, 3]. Соответственно, оценка метаболического состояния химических эле-

ментов в организме обеспечивает гораздо более высокую точность оценки эффективности его морфофизиологических систем и риска развития тех или иных патологических состояний, что позволяет использовать данную оценку в качестве предварительного диагностического инструмента [4]. В то же время нормальный метаболизм клеток человека сильно зависит от естественных физиологических параметров, таких как возраст и пол; это указывает на необходимость диф-

ференцированного подхода к оценке элементарного состояния [5]. Для гармоничного развития ребенка любого возраста его ежедневный рацион должен включать белки, жиры и углеводы, а также достаточное количество макро- и микроэлементов [6]. Микроэлементы необходимы для функционирования всех органов и систем, они входят в состав многих ферментов, гормонов и участвуют в деятельности иммунной системы [7]. Макро- и микроэлементы играют решающую роль в функционировании организма человека и прямо или косвенно участвуют в регуляции всех жизненных процессов [8]. Соответственно, оценка метаболического состояния химических элементов в организме обеспечивает гораздо более высокую точность оценки эффективности его морфофизиологических систем и риска развития тех или иных патологических состояний, что позволяет использовать данную оценку в качестве предварительного диагностического инструмента [9, 10]. В то же время нормальный метаболизм клеток человека сильно зависит от естественных физиологических параметров, таких как возраст и пол; что указывает на необходимость дифференцированного подхода к оценке элементарного состояния [11].

**Целью исследования** является определение содержания макро- и микроэлементов в волосах детей младшего школьного возраста в зависимости от возраста и пола.

#### Материалы и методы исследования

В ходе исследования авторами проанализировано состояние макро- и микроэлементов в волосах 200 обучающихся начальных классов, проживающих в разных биогеохимических регионах Самаркандской области. Исследование волос является неинвазивным методом диагностики, у родителей получено устное разрешение. На проведение данного исследования есть разрешение № 619911 Областного управления народного образования, которое получено 28.12.2021. Протоколом № 5 от 26.05.2021 исследование было одобрено этическим комитетом кафедры физиологии человека и животных и биохимии Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова.

Исследования по определению макроэлементов (кальций, магний, натрий, калий) и микроэлементов (железо, медь, цинк, марганец, кобальт, хром) в образцах волос авторы провели с использованием метода нейтронно-активационного анализа (НАА).

Статистическая обработка и определение достоверности различий полученных результатов исследования осуществля-

лись по критерию Стьюдента в редакторе Microsoft Excel. Среднее арифметическое значение (M) и погрешность среднего арифметического значения (m) рассчитывали по статистическим показателям.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В данной работе элементарные особенности строения волос изучались путем сравнения половозрастных особенностей детей 7–11 лет.

##### *Макроэлементы в волосах детей 7–11 лет.*

Половые характеристики макроэлементов у детей 7 лет представлены на рис. 1. Установлено, что количество кальция в волосах мальчиков 7 лет статистически значимо не отличалось от такового у девочек –  $869,2 \pm 274,2$  мкг/г и  $697,5 \pm 107,0$  мг ( $p > 0,05$ ) соответственно. Концентрация натрия составила  $749, \pm 177,3$  мкг/г у мальчиков и  $1143 \pm 247,4$  мкг/г у девочек, разница была несколько выше ( $p > 0,05$ ). Столь же неопределенная разница наблюдалась и для магния:  $54,8 \pm 5,7$  мкг/г против  $51,1 \pm 5,3$  мкг/г ( $p > 0,05$ ). Количество калия –  $431,5 \pm 114,4$  мкг/г у мальчиков и  $649,8 \pm 256,0$  мкг/г у девочек, то есть разница между ними была недостоверной ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, разница между количеством макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7 лет практически отсутствует. На рис. 2 авторами представлены сравнительные показатели количества макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 8 лет. Как видно на рисунке, данные по кальцию ( $896,5 \pm 199,5$  мкг/г и  $873,5 \pm 140,0$  мкг/г), натрию ( $1233 \pm 125,2$  мкг/г и  $975,3 \pm 150,0$  мкг/г), магнию ( $66,1 \pm 19,4$  мкг/г и  $61,3 \pm 10,7$  мкг/г), калию ( $668,1 \pm 114,2$  мкг/г и  $426,3 \pm 103,8$  мкг/г) разнятся незначительно и различия между ними статистически незначимы ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, концентрация кальция, натрия, магния и калия в волосах мальчиков и девочек 8 лет достоверно не различалась по полу, и эти показатели можно принять как нормативные для этого возраста.

Количество макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 9 лет наглядно представлено на рис. 3. Как видно из рис. 3, количество кальция ( $1109,7 \pm 194,9$  мкг/г и  $1069,5 \pm 99,3$  мкг/г), магния ( $58,9 \pm 4,7$  мкг/г и  $57,7 \pm 6,3$  мкг/г) несколько отличаются по количеству от калия ( $356,5 \pm 34,2$  мкг/г и  $433,3 \pm 94,2$  мкг/г), причем различия между ними статистически незначимы ( $p > 0,05$ ). Лишь макронутриент натрия достоверно отличался в волосах мальчиков и девочек ( $789 \pm 24,5$  мкг/г и  $637,8 \pm 141,1$  мкг/г,  $p < 0,01$ ), это объясняется тем, что дети едят много продуктов питания, богатых солью.

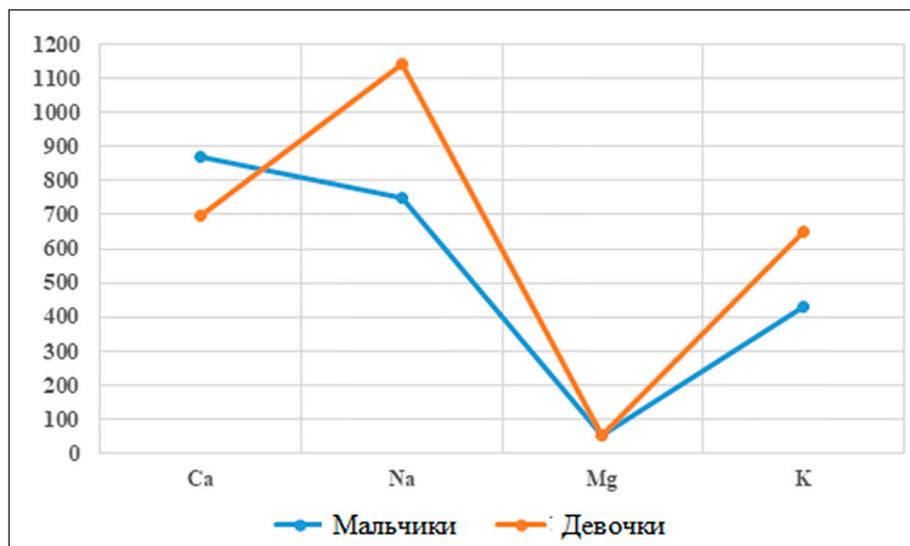


Рис. 1. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7 лет ( $\mu\text{kg/g}$ )

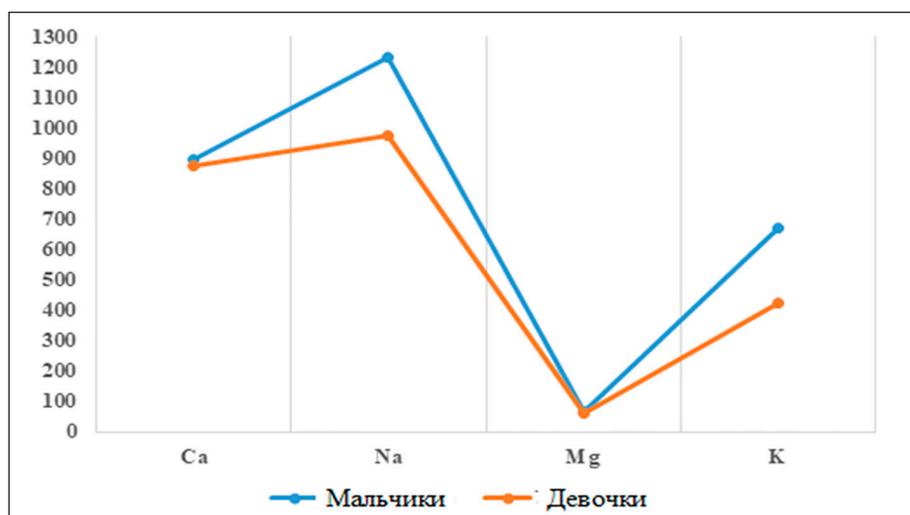


Рис. 2. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 8 лет ( $\mu\text{kg/g}$ )

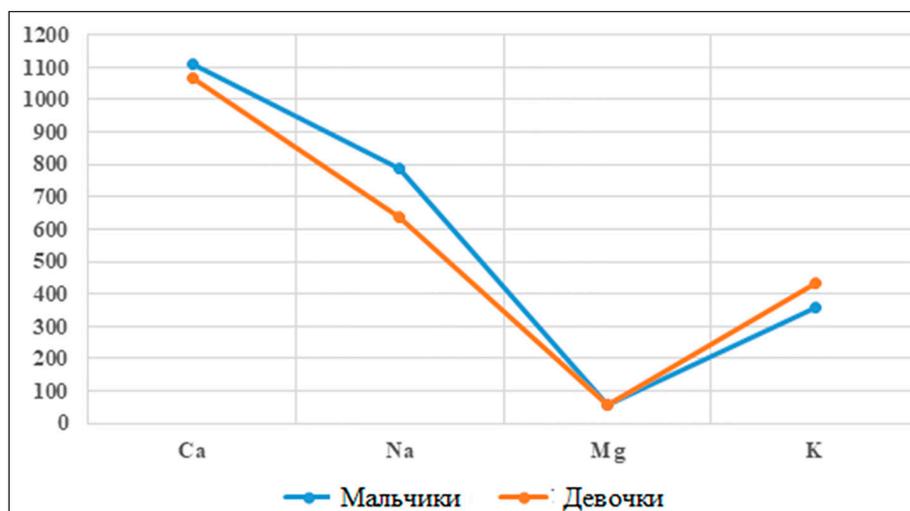


Рис. 3. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 9 лет ( $\mu\text{kg/g}$ )

При анализе количества макроэлементов в волосах у мальчиков и девочек 10 лет (рис. 4) установлено, что кальций ( $1204 \pm 321,6$  мкг/г и  $821,3 \pm 122,9$  мкг/г), натрий ( $795 \pm 795$  мкг/г,  $1082,2 \pm 260$  мкг/г), магний ( $58,2 \pm 5,8$  мкг/г,  $52,1 \pm 5,8$  мкг/г), калий ( $372 \pm 117,9$  мкг/г,  $441,9 \pm 155,3$  мкг/г) отличаются количественно, но различия между ними составляют статистически незначительную величину ( $p > 0,05$ )

При анализе количества макроэлементов у мальчиков и девочек 11 лет кальций ( $1192 \pm 209$  мкг/г и  $812,9 \pm 133$  мкг/г), натрий

( $939,2 \pm 289,3$  мкг/г,  $1144,5 \pm 374$  мкг/г), магний ( $51,2 \pm 5,7$  мкг/г,  $73,3 \pm 7,3$  мкг/г) калий ( $521,6 \pm 46,6$  мкг/г,  $574,8 \pm 214,4$  мкг/г) имеют отличия, но различия между ними статистически недостоверны ( $p > 0,05$ ), что наглядно представлено на рис. 5.

*Микроэлементы в волосах детей 7–11 лет.* Характеристика микроэлементов железа, меди и цинка у детей 7 лет по полу представлена на рис. 6.

Особенности состава микроэлементов марганца, кобальта, хрома у детей 8 лет показаны на рис. 7.

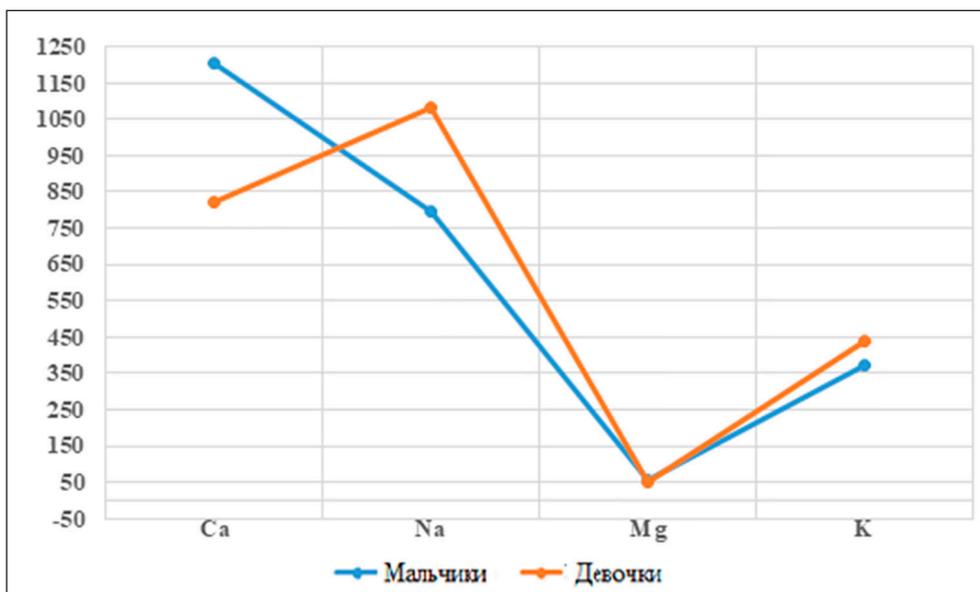


Рис. 4. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 10 лет (мкг/г)

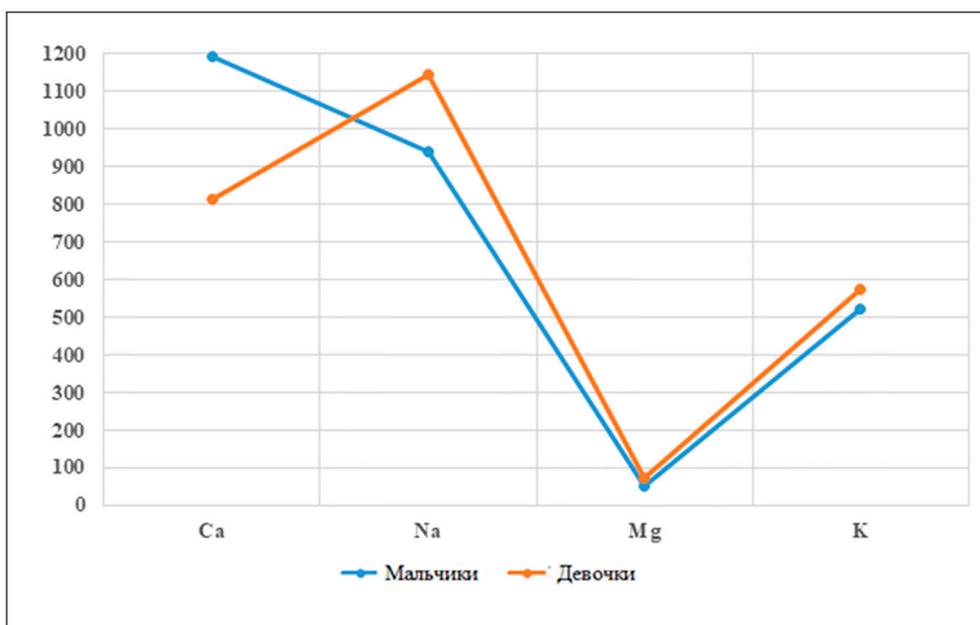


Рис. 5. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 11 лет (мкг/г)

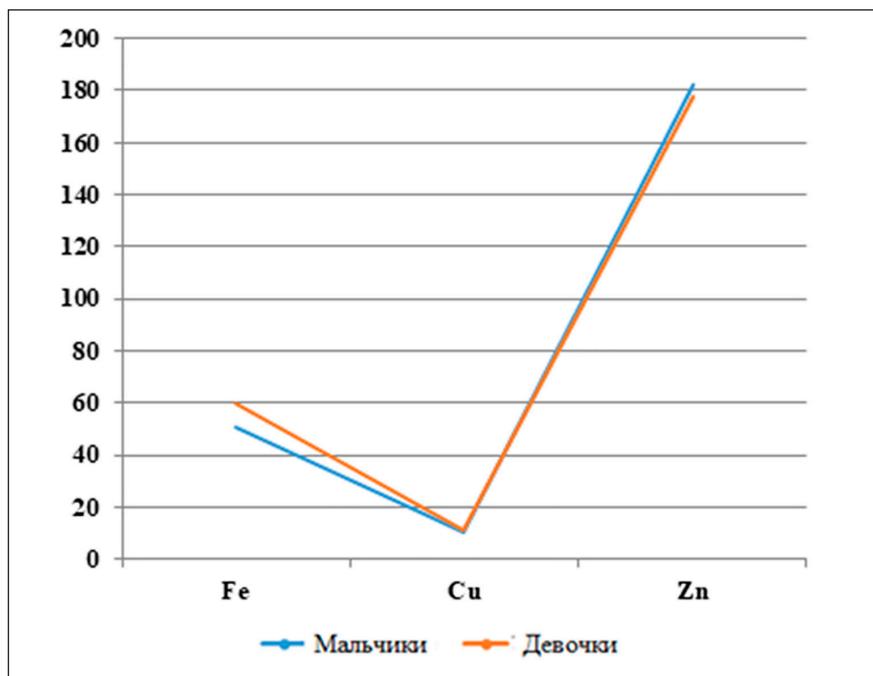


Рис. 6. Сравнительные показатели микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7 лет (мкг/г)

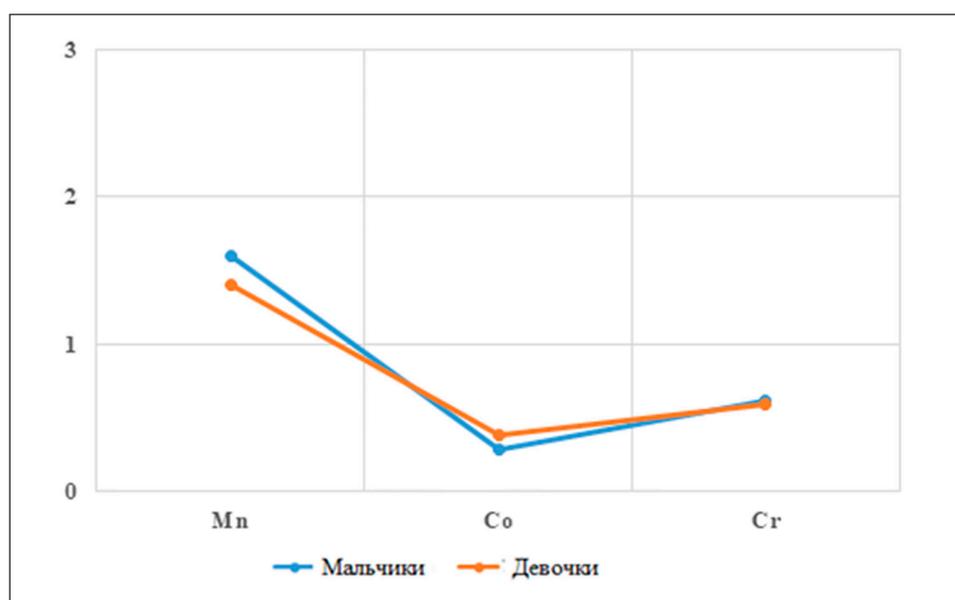


Рис. 7. Особенности состава микроэлементов марганца, кобальта, хрома у детей 8 лет (мкг/г)

Как видно из рис. 7, разница между содержанием марганца, кобальта и хрома в волосах мальчиков и девочек 8 лет статистически не определена ( $1,6 \pm 0,21$  мкг/г,  $1,4 \pm 0,1$  мкг/г;  $0,28 \pm 0,09$  мкг/г,  $0,38 \pm 0,09$  мкг/г;  $0,62 \pm 0,15$  мкг/г и  $0,079 \pm 0,076$ ,  $p > 0,05$ ).

Количество железа в волосах мальчиков 9 лет статистически не отличалось от такового у девочек:  $65,1 \pm 11,0$  мкг/г и  $65,8 \pm 6,4$  мкг/г ( $p > 0,05$ ) (рис. 8, а). Концентрация меди составила  $12 \pm 1,3$  мкг/г у мальчиков и

$11,8 \pm 1,31$  мкг/г, что не было статистически значимым по сравнению с девочками ( $p > 0,05$ ), разница между мальчиками и девочками элемент цинка недостоверна и равна  $184,8 \pm 24,3$  мкг/г и  $166,8 \pm 17,2$  мкг/г ( $p > 0,05$ ).

Как видно из рис. 8, б, статистической разницы между содержанием марганца, кобальта и хрома в волосах мальчиков и девочек 9 лет нет ( $1,9 \pm 0,35$  мкг/г,  $2,1 \pm 0,25$  мкг/г;  $0,31 \pm 0,2$  мкг/г,  $0,42 \pm 0,25$  мкг/г;  $0,8 \pm 0,22$  мкг/г,  $0,81 \pm 0,115$  мкг/га,  $p > 0,05$ ).

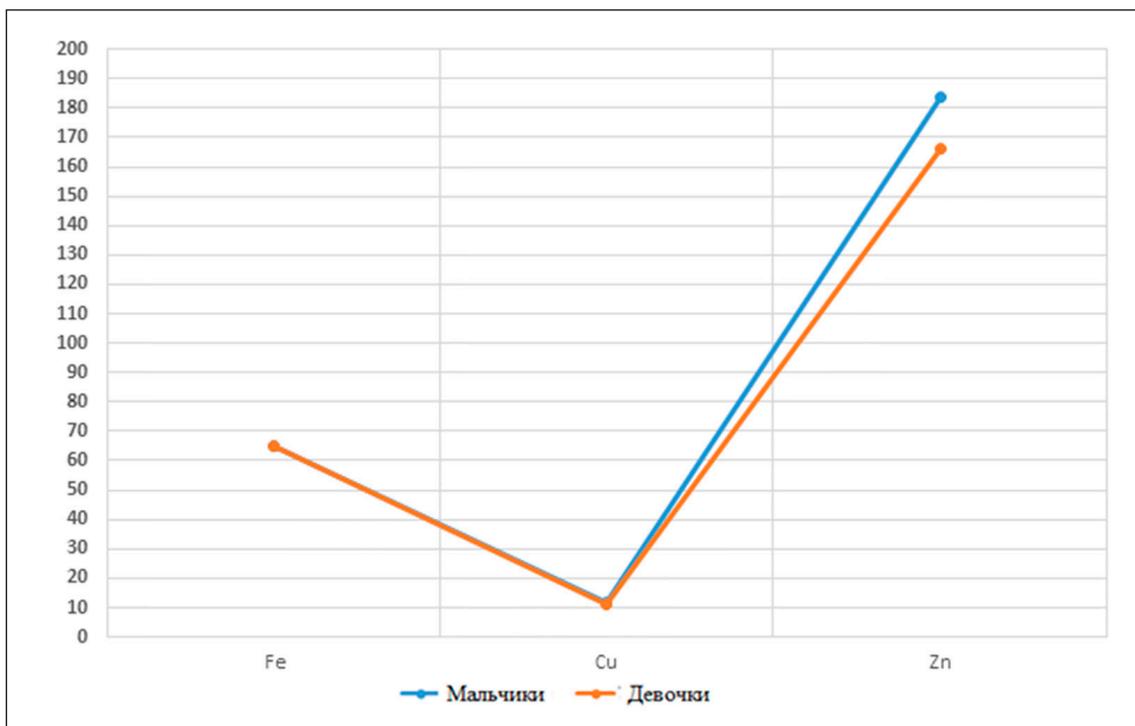


Рис. 8 (а). Структурная характеристика микроэлементов марганца, кобальта, хрома у детей 9 лет (мкг/г)

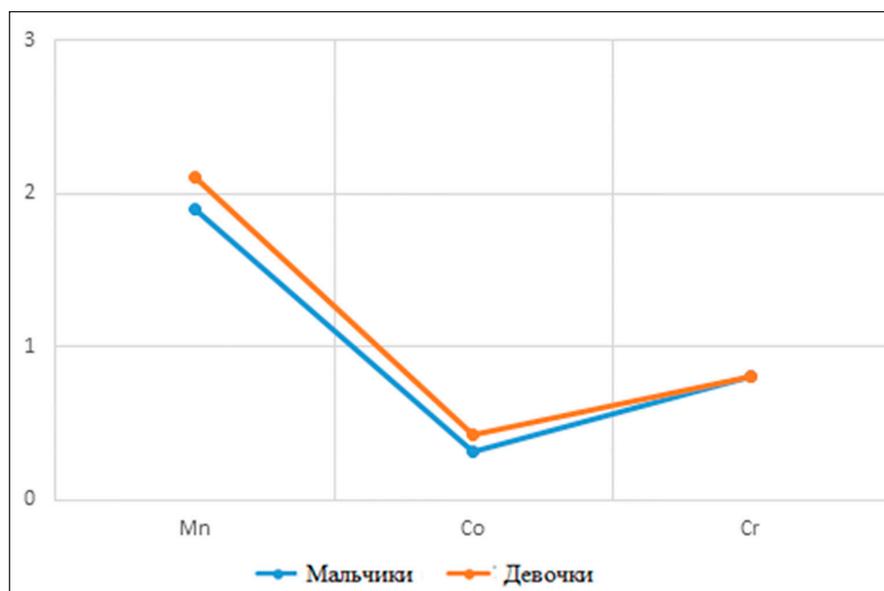


Рис. 8 (б). Сравнительные показатели марганца, кобальта, хрома в волосах мальчиков и девочек 9 лет (мкг/г)

Количество железа в волосах мальчиков 10 лет статистически не отличалось от такового у девочек:  $62,4 \pm 13,3$  мкг/г и  $60,5 \pm 19,3$  мкг/г ( $p > 0,05$  (рис. 9, а). Концентрация меди составила  $11,4 \pm 1,7$  мкг/г у мальчиков и  $10 \pm 1,4$  мкг/г у девочек, что статистически не отличалось ( $p > 0,05$ ),

в отношении элемента цинка разница между мальчиками и девочками недостоверна и равна  $182,1 \pm 30,7$  мкг/г и  $158,2 \pm 12,2$  мкг/г ( $p > 0,05$ ).

Структурные свойства микроэлементов марганца, кобальта, хрома у мальчиков и девочек 10 лет показаны на рис. 9, б.

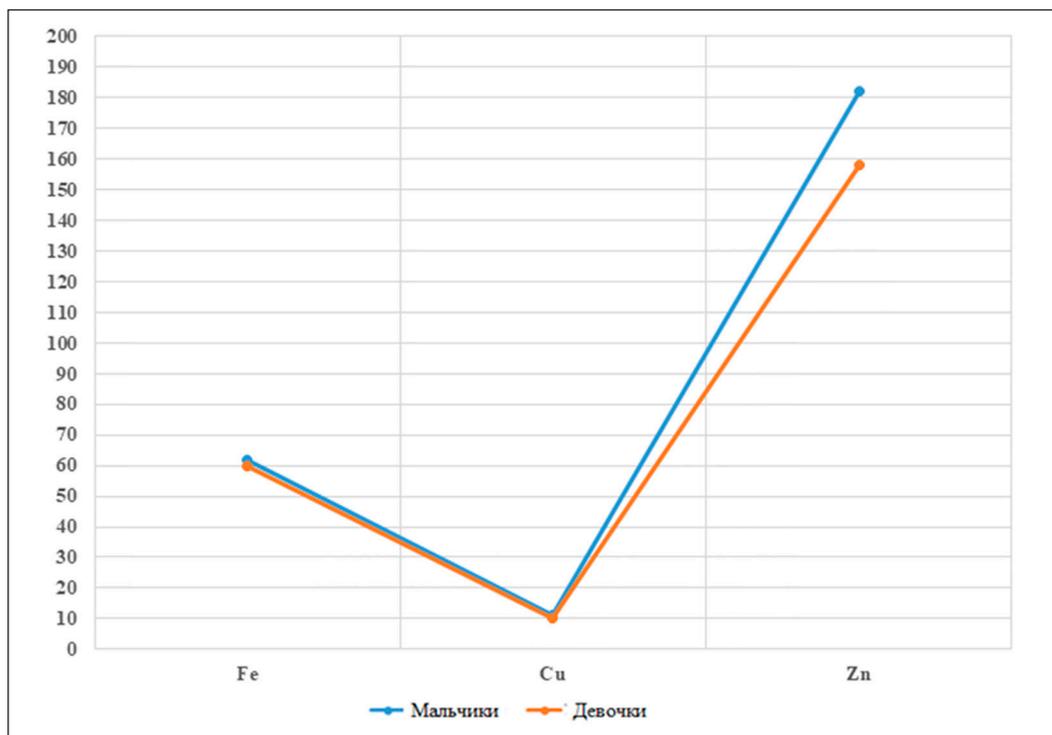


Рис. 9 (а). Сравнительные показатели микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 10 лет (мкг/г)

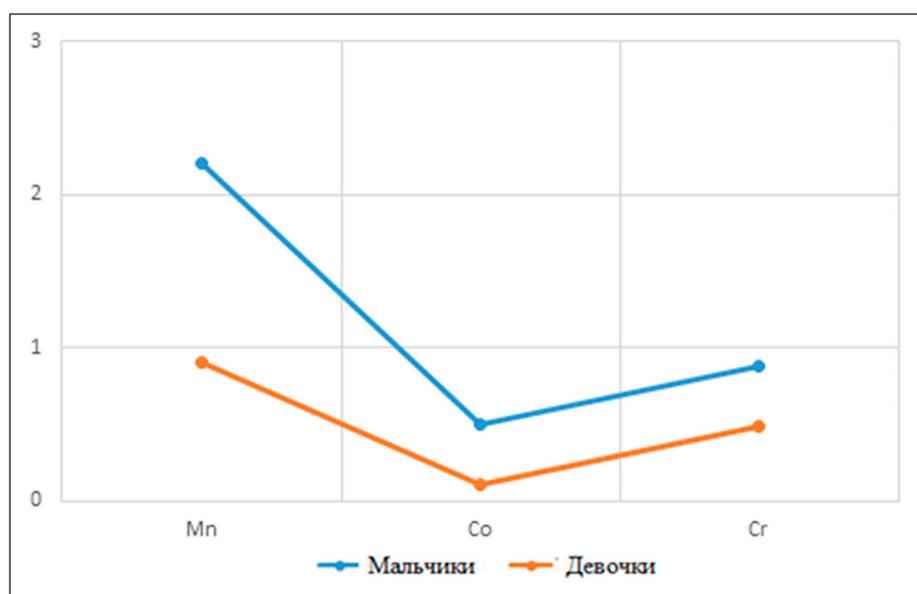


Рис. 9 (б). Структурные свойства микроэлементов марганца, кобальта, хрома из микроэлементов у мальчиков и девочек 10 лет (мкг/г)

Как видно из рис. 9, б, авторами установлена достоверная возрастная разница микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 10 лет: марганца у девочек 10 лет достоверно меньше по сравнению с мальчиками ( $2,23 \pm 0,33$  мкг /г и  $0,90 \pm 0,14$  мкг/г,  $p < 0,001$ ). Статистической раз-

ницы между количествами кобальта и хрома нет ( $0,50 \pm 0,21$  мкг/г,  $0,099 \pm 0,038$  мкг/г;  $0,88 \pm 0,2$  мкг/г и  $0,49 \pm 0,086$  мкг/га,  $p > 0,05$ ).

Количество железа в волосах мальчиков 11 лет статистически не отличалось от такового у девочек:  $80,8 \pm 24,2$  мкг/г и  $78,2 \pm 31,2$  мкг/г ( $p > 0,05$  (рис. 10, а).

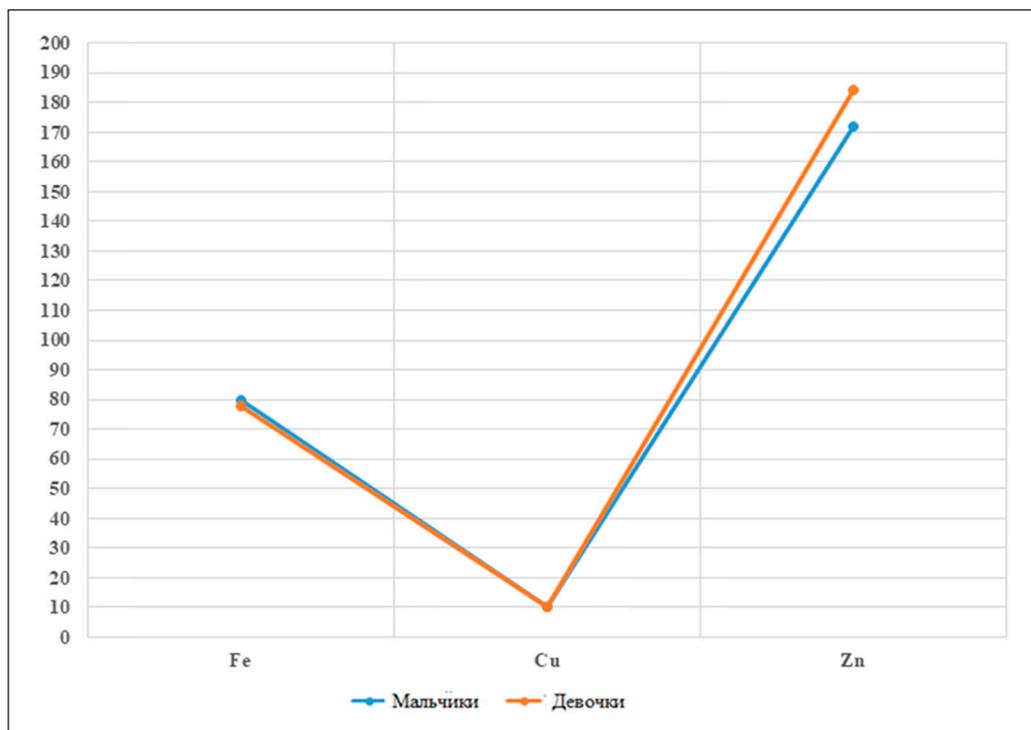


Рис. 10 (а). Сравнительные показатели микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 11 лет (мкг/г)

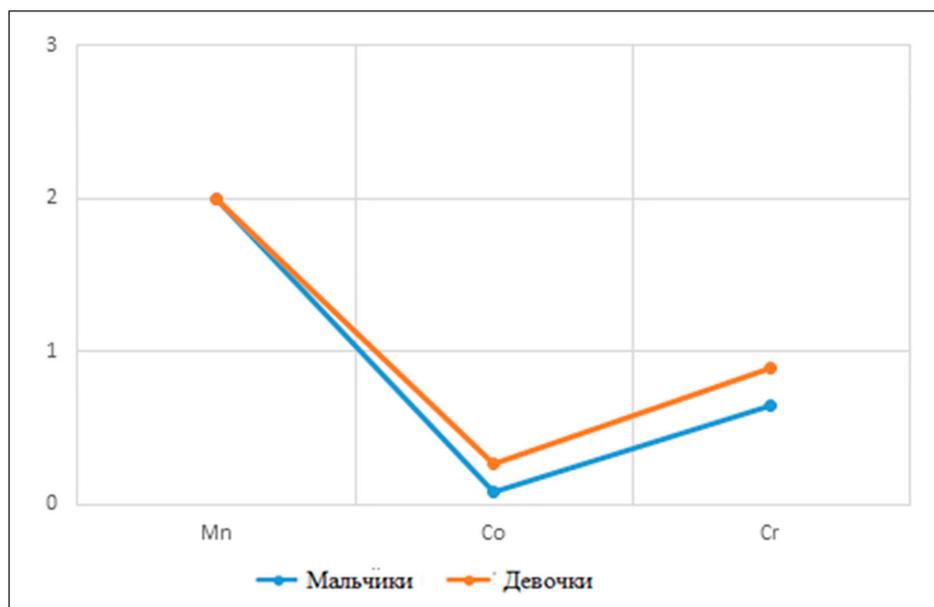


Рис. 10 (б). Сравнительные значения марганца, кобальта и хрома в волосах мальчиков и девочек 11 лет (мкг/г)

Концентрация меди составила у мальчиков  $10,5 \pm 1,4$  мкг/г и  $10,3 \pm 1,5$  мкг/г у девочек статистически не различалась ( $p > 0,05$ ). В отношении элемента цинка, разница между мальчиками и девочками недостоверна –  $177 \pm 19,7$  мкг/г и  $184,5 \pm 20,9$  мкг/г ( $p > 0,05$ ).

Структурные свойства микроэлементов марганца, кобальта, хрома у мальчиков и девочек 11 лет показаны на рис. 10, б.

Как видно из рис. 10, б, статистической разницы между марганцем и кобальтом в волосах мальчиков и девочек 11 лет

нет ( $2,23 \pm 0,33$  мкг/г и  $0,90 \pm 0,14$  мкг/г;  $0,50 \pm 0,21$  мкг/г и  $0,099 \pm 0,038$  мкг/г). Авторами установлено, что в 11 лет содержание хрома у девочек достоверно выше, чем у мальчиков ( $0,65 \pm 0,028$  мкг/г против  $0,89 \pm 0,26$  мкг/га,  $p < 0,001$ ).

### Заключение

Таким образом, анализ содержания макро- и микроэлементов в волосах мальчиков и девочек младшего школьного возраста, проживающих в Самаркандской области, показывает, что некоторые макроэлементы различаются в зависимости от возраста и пола. Среди макроэлементов имели достоверное различие только макроэлементы натрия в волосах мальчиков и девочек. Это объясняется потреблением ими меди через обогащенную пищу. Микроэлементы же имеют достоверную разницу у детей раннего возраста: марганца достоверно меньше у девочек по сравнению с мальчиками в 10 лет и хрома достоверно больше у девочек, чем у мальчиков в 7 и 11 лет. Эта разница может быть обусловлена пищевыми и биогеохимическими характеристиками. Данные показатели можно принять в качестве нормативных показателей количества макро- и микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7–11 лет, проживающих в этом регионе.

### Список литературы

1. Бакаева Е.А., Еремейшвили А.В. Содержание некоторых микроэлементов в биосубстратах детей дошкольного возраста в условиях Европейского Севера России // Экология человека. 2016. № 4. С. 26–31.
2. Расулов С.К., Бобомуратов Т.А., Джураева З.А. Медико-социальная охрана материнства и детства с учетом дефицита микроэлементов: нутриционная поддержка и профилактика. Кишинев (Молдова): Lamdert academic Publishing, 2022. С. 198–199.
3. Rasulov S.Q., Turamkulov Sh.N., Rajabov A.E., Aminjonov Sh.A. Nutritional Support in the Prevention of Micronutrient Deficiency with Fruit and Fruit Products in Children // Bulletin of Pure and Applied Science Zoology (Animal Science). 2023. Vol. 42A, Is. 1. P. 29–36.
4. Луговая Е.А., Степанова Е.М. Референсные значения химических элементов в волосах у детей и подростков г. Магадана // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2016. № 2. С. 178–184.
5. Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Степанова Е.М. Микроэлементный профиль людей старческого возраста европейского и азиатского Севера России // Гигиена и санитария. 2016. № 5. С. 432–439.
6. Данилова Е.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х., Ахмедов Я.А. Элементный состав волос – индикатор природно-техногенной обстановки Ташкентской области // Микроэлементы в медицине. 2021. № 3. С. 24–32.
7. Султанова Ф., Инакова В., Умарова М., Махсудова К. Микроэлементы и их физиологическое значение для организма детей и подростков // Международный журнал научной педиатрии. 2023. № 2 (6). С. 239–243.
8. Цикуниб А.Д., Алимханова А.Х., Шарган Р.Р., Езлю Ф.Н., Демченко Ю.А. Обеспеченность кальцием девочек-подростков и сахарозо-лактозный дисбаланс в питании // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 4. С. 64–72.
9. Вавилина Е.Д., Никитина Е.В., Макшанова Г.П., Федорова Ю.С. Влияние дефицита некоторых микроэлементов на детский организм / Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы: Сборник научных статей. Кемерово, 2024. С. 81–91.
10. Саидова Г.Т., Сайфуллаева С.Г., Борибоев У.Ф. Биологическое значение важных микроэлементов, таких как цинк, йод, железо, в организме человека // Журнал исследований травм и инвалидности. 2024. Т. 3, № 2. С. 433–435.
11. Щетинина С.Ю. Значение минеральных веществ для здоровья человека // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. Vol. 4–4 (91). С. 27–31.