

УДК: 577.118+616.954+613.95+546.95

**ВИВЧЕННЯ ВМІСТУ МІКРО- І МАКРОЕЛЕМЕНТІВ У  
ВЗІРЦЯХ ВОЛОССЯ ДІТЕЙ, ЯКІ ПРОЖИВАЮТЬ У  
РІЗНИХ РЕГІОНАХ ПРИКАРПАТТЯ**

**Р.М. Назарук**

ВДНЗ України «Івано-Франківський національний медичний університет»

**Резюме**

Стаття посвящена изучению особенностей элементного состава волос детей, проживающих на территориях с различным содержанием тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Исследования проведены атомно-абсорбционным методом у 45 детей 6 и 12 лет Ивано-Франковской области. Сравнительный анализ содержания химических элементов в волосах детей, проживающих на территориях с различной степенью химической нагрузки, обнаружил их дисбаланс у детей из загрязненных территорий, который проявлялся достоверно более высокой концентрацией кадмия и свинца, пониженным уровнем цинка, повышенным содержанием кальция, нарушением соотношения между цинком и медью, цинком и железом. В возрастном аспекте наблюдалось повышение содержания ТМ в волосах детей. Данная ситуация свидетельствовала о повышенном риске нарушения гомеостаза организма в целом и тканей ротовой полости, в частности у лиц с химически загрязненных территорий.

**Ключевые слова:** дети, волосы, тяжелые металлы, эссенциальные элементы.

**Summary**

The article is devoted to the study of the characteristics of the children's hair composition who lived in the territories with different content of heavy

metals in environmental objects. Investigations were performed by atomic absorption method in 45 children aged 6 and 12 in Ivano-Frankivsk region. The comparative analysis of chemical elements from the hair of the children, who live in the territories with different degree of chemical pollution, demonstrated their disbalance in the children from polluted areas, which manifested in higher concentrations of cadmium and lead significantly, low levels of zinc, increased level of calcium, the disturbance in correlations between zinc and copper, zinc and iron. In the age aspects, the increase of HM content in children's hair was observed. This situation indicates an increase in risk of homeostasis disturbance of the body and particularly the oral cavity tissues in people from chemically polluted areas.

**Key words:** children, hair, heavy metals, essential elements.

### **Література**

1. Транковская Л.В. Содержание микроэлементов в волосах детей современного крупного промышленного города / Л.В. Транковская, В.Н. Лучанинова, А.Б. Косолапов // Российский педиатрический журнал. – 2004. – № 5. – С. 59-61.
2. Бурцева Т.И. Зависимость элементного состава волос от содержания биоэлементов в рационе питания / Т.И. Бурцева, И.А. Рудаков // Микроэлементы в медицине. – 2007. – Т.8, вып. 1. – С. 57-60.
3. Скальный А.В. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека / А.В. Скальный, А.В. Есенин // Токсикологический вестник. – 1996. – № 6. – С. 16-23.
4. Катулин А.Н. Опыт применения дополнительного перорального питания для улучшения обмена макро- и микроэлементов у спортсменов / А.Н. Катулин // Микроэлементы в медицине. – 2004. – Т. 5, вып. 1. – С. 16-20.
5. Баранова О.В. Сравнительная оценка элементного статуса юношей и девушек, обучающихся в Оренбургском государственном университете /

О.В. Баранова, С.В. Нотова, А.В. Скальный // Микроэлементы в медицине – 2005. – Т. 6, вып. 1. – С. 8-12.

6. Скальный А.В. Диагностика, профилактика и лечение отравлений свинцом: пособие для токсикологов, профпатологов, гигиенистов, специалистов по охране окружающей среды и для врачей всех специальностей / Скальный А.В., Быков А.Т., Лимин Б.В. – М.: ВЦМК “Защита”, 2002. – 52 с.

7. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. – 1990. – № 3. – С. 55-59.

8. Содержание тяжелых металлов в волосах детей в промышленном городе / Т.К. Черняева, Н.А. Матвеева, Ю.Г. Кузмичев [и др.] // Гигиена и санитария. – 1997. – № 3. – С. 26-28.

9. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). Практическое руководство для врачей и студентов медицинских вузов / Скальный А.В. – М.: Научный мир, 1999. – 97 с.

10. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Агаджанян Н.А., Скальный А.В. – М.: Изд-во КМК, 2001. – 83 с.

**Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень.** Вивчення вмісту хімічних елементів у біологічних середовищах - це важливий маркер гомеостазу всього організму. Найдоступнішим і високоінформативним є визначення рівня мікро- та макроелементів у волоссі. Мікроелементний склад волосся об'єктивно відображає ступінь накопичення хімічних елементів у організмі людини [1, 2]. Аналіз умісту хімічних елементів біосубстратів дозволяє з високою точністю провести адекватну попередню діагностику прихованих захворювань і виявити схильність до них на підставі оцінки ступеня дефіциту чи надлишку макро- і мікроелементів у організмі [3]. У ролі таких біосубстратів можуть

виступати кров, сеча, волосся, слина, зубний дентин і кісткова тканина. Деякі об'єкти (кров, сеча) вже давно використовуються багатьма спеціалістами для тестування наявності та вмісту есенційних і токсичних металів (наприклад, свинцю) [4]. Проте елементний склад сечі та крові дуже лабільний – він швидко змінюється під впливом харчування, вживання лікарських препаратів, часу доби, гомеостабілізаційних факторів та ін. Через це вчені [1, 5] віддають перевагу дослідженню волосся для вивчення стану обміну мікроелементів у організмі. Згідно з літературними даними [6] хімічний склад волосся відображає мікроелементний статус організму в цілому, є інтегральним показником мінерального обміну і найкраще показує вплив на людину підвищених доз важких металів (ВМ). Дослідження волосся має низку переваг: отримана проба нетравматична для хворого; не потребує для зберігання спеціального устаткування; не псується й утримується без обмежень у часі. Унікальною властивістю волосся є те, що воно може зберігати дані про процеси метаболізму, зокрема мінерального обміну, всього організму.

У сучасній практиці аналізу для визначення вмісту елементів у волоссі використовують спектральні, ядерно-фізичні й електрохімічні методи дослідження, які дозволяють визначити понад 50 хімічних елементів. За даними низки авторів [7], особливістю хімічного складу волосся в працівників є підвищений уміст усіх елементів, які використовуються в технологічному процесі на виробництві. У дітей у найближчій до джерела забруднення жилій зоні у волоссі в підвищених концентраціях визначали As, Pb, Cu, La, Cd [8].

Таким чином, аналіз літератури переконливо засвідчує, що перспективними є дослідження вмісту мікро- і макроелементів у доступному біосубстраті (волоссі) для оцінки їхнього впливу на стан організму в цілому.

**Метою** нашої роботи було вивчення вмісту хімічних елементів у взірцях волосся дітей, які постійно проживають на територіях із різним умістом ВМ у об'єктах довкілля.

**Матеріал і методи дослідження.** Для оцінки рівнів накопичення макро- і мікроелементів у організмі дітей ми обстежили 45 школярів віком 6 і 12 років, які проживали на територіях із різними ступенями хімічного навантаження. Проби волосся відбирали тільки з потиличної частини голови, близько до коренів, довжиною 3- 4 см і масою 0,1- 0,5 г, поміщали їх у спеціальні пакети, потім у конверти з ідентифікаційними записами.

Підготовку матеріалу для дослідження проводили відповідно до вимог ГОСТ 26929-94 і ГОСТ 26570- 85. Аналітичні дослідження виконані акредитованим Івано-Франківським державним центром стандартизації, метрології та сертифікації. В отриманих взірцях волосся визначали концентрації Ca, Fe, Zn, Cu, Cd та Pb атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С – 115 М "Сатурн" відповідно до вимог ГОСТ 30178 – 96 та ГОСТ 26570 – 85. Принцип методу полягав у тому, що проби волосся мінералізували способом сухого озолення і в наважках визначали концентрацію елементів у розчині мінералізату методом полум'яної атомної абсорбції.

Дітей розподілили на дві групи. До 1-ї групи належали учні, які проживали в умовно чистій зоні (УЧЗ); до 2-ї групи – учні, які проживали в умовно забрудненій зоні (УЗЗ). Аналіз даних виконано шляхом зіставлення отриманих результатів дослідження між учнями з УЧЗ і з УЗЗ.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Елементний склад волосся дітей, які проживали на територіях із підвищеним умістом ВМ, у цілому відрізнявся від аналогічних показників у дітей із так званих „чистих” регіонів. Результати досліджень наведені в таблиці.

*Таблиця*

**Уміст хімічних елементів (M±m, мкг/г) у волоссі дітей різних районів Прикарпаття**

Елементи	Групи дітей	
	1-а група	2-а група
Ca	524,05±103,80	1210,94±242,12*
Cu	9,71±0,56	9,69±0,63
Zn	182,25±10,53	150,67±7,53*
Fe	33,75±4,87	43,79±7,70
Cd	0,055±0,01	0,367±0,06*
Pb	1,58±0,25	2,76±0,42*

Примітка: \* –  $p < 0,05$  – достовірність порівняно з 1-ю групою.

Головна відмінність полягала в зміні концентрацій ВМ (Cd і Pb). У школярів із УЗЗ спостерігалось підвищення вмісту кадмію у волоссі в 6,7 раза, а свинцю – в 1,7 раза порівняно з учнями з УЧЗ. Слід підкреслити підвищення рівня Ca у 2,3 раза, Fe – в 1,3 раза та зниження Zn у 1,2 раза.

Необхідно зауважити, що підвищення вмісту кальцію у волоссі переважно розглядається як показник підсиленого кругообігу елементу в організмі та свідчить про збільшення рухомості кальцію і ризик виникнення його дефіциту [9].

Оцінюючи забруднення довкілля ксенобіотиками та особливості їх накопичення в організмі людини, за даними А.В. Скального [6], необхідно враховувати не стільки середні значення концентрацій окремих елементів, скільки співвідношення між ними в динаміці та в експрес-дослідженнях. В обстежуваних 2-ї групи нами виявлені порушення співвідношення між есенційними елементами, зокрема Zn/Cu і Zn/Fe, які, відповідно, в 1,2 та 1,6 раза відрізнялися від аналогічних співвідношень у 1-й групі.

Fe і Cu відомі своєю антагоністичною дією щодо Zn при засвоєнні в ШКТ, розподілі в організмі та виявленні впливу на біохімічні процеси. З

огляду на біологічну роль хімічних елементів, можна припустити наявність зв'язку між зростаючим рівнем указаних ВМ та нижчим умістом Zn, що супроводжується зміною співвідношення біоконцентрацій макро- і мікроелементів. Наші спостереження підтверджуються літературними даними [7, 10]. Дисбаланс Zn і Cu може підвищувати схильність до імунодефіцитних станів, запальних процесів, а дефіцит Zn і Ca є головними факторами, що підвищують ризик отруєння свинцем і кадмієм [6].

Детальна оцінка балансу макро- і мікроелементів із урахуванням вікових особливостей виявила вікове накопичення біоелементів у волоссі дітей із фонових районів. У дітей, які мешкали на територіях із підвищеним умістом ВМ, ця закономірність не простежувалася, за винятком кальцію.

У віковому аспекті спостерігалось підвищення вмісту ВМ у волоссі всіх дітей. Проте в підлітків УЧЗ рівень Cd у волоссі перевищував цей показник у молодших дітей на 40%, а Pb – на 13,42%. У 2-й групі відмінність між концентраціями була більшою відповідно на 84,62% і 27,57%. Це може вказувати на активнішу абсорбцію токсичних елементів організмом, який інтенсивно росте.

Таким чином, інтегральним показником забруднення довкілля є елементний склад волосся. Під час обстеження дітей, які проживали на територіях із підвищеним умістом ВМ у природному середовищі, було виявлено дисбаланс елементів у волоссі, що проявлявся достовірно вищою концентрацією кадмію і свинцю, зниженим рівнем цинку, підвищеним умістом кальцію, порушенням співвідношень між цинком та міддю і цинком та залізом. Така ситуація свідчила про підвищений ризик порушення гомеостазу організму в цілому і тканин ротової порожнини зокрема.

Підсумовуючи вищенаведені факти, необхідно зазначити, що аналіз даних обстеження свідчить про достовірне погіршення стоматологічного здоров'я в дітей, які постійно проживають на територіях із підвищеним вмістом ВМ. У середньому поширеність карієсу постійних зубів у дітей УЗЗ становила  $83,63 \pm 2,46\%$  при КПВ  $4,27 \pm 0,20$ , що значно переважало відповідні показники в дітей УЧЗ -  $67,63 \pm 3,97\%$  при КПВ  $2,99 \pm 0,25$ . Різниця між середніми значеннями показників каріозного ураження постійних зубів у дітей із УЗЗ та аналогічних індексів у школярів із УЧЗ була достовірною ( $p < 0,05$ ). Однак високий рівень поширеності й інтенсивності каріозного процесу в тимчасових і постійних зубах, вищу інтенсивність деструктивних змін твердих тканин зубів можна пояснити не тільки шкідливою дією зубних відкладень та недотриманням правил гігієни, а й дією шкідливих факторів довкілля, на що вказують дані атомно-абсорбційної спектрофотометрії взірців волосся школярів. Усе це вимагає посилення заходів первинної та вторинної профілактики стоматологічних хвороб. Тому ми визнали за необхідне розробити і впровадити методи профілактики та лікування каріозного ураження твердих тканин у дітей, які проживають на територіях із підвищеним вмістом ВМ.

### **Висновки**

1. Результати проведеного лабораторного обстеження свідчать про підвищення вмісту ВМ у волоссі школярів із УЗЗ порівняно з учнями з УЧЗ: кадмію – в 6,7 раза, свинцю – в 1,7 раза.

2. Проведені дослідження дітей указують на дисбаланс елементів у волоссі із УЗЗ, зокрема зниження рівня цинку в 1,2 раза, підвищення вмісту кальцію у 2,3 раза, порушення співвідношень між цинком і міддю, цинком і залізом.

3. У віковому аспекті спостерігається підвищення вмісту ВМ у волоссі дітей.



**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження потрібно проводити в напрямі пошуку препаратів, які сприяють профілактиці та корекції порушень, спричинених підвищеним умістом важких металів у об'єктах довкілля.