

Микроэлементология

Microelementology

УДК 543.544.5.068.7

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3251046>

**СТАТЕВІ ВІДМІННОСТІ ВМІСТУ ОСТЕОАСОЦІЙОВАНИХ  
ЕЛЕМЕНТІВ У КРОВІ ТА КІСТКОВІЙ ТКАНИНІ МЕШКАНЦІВ  
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО РЕГІОНУ**

**Білецька Е.М., Калінічева В.В.**

*ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»,  
м. Дніпро, Україна, enbelitska@ukr.net*

**ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ  
ОСТЕОАСОЦИИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ И КОСТНОЙ  
ТКАНИ ЖИТЕЛЕЙ ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО РЕГИОНА**

**Белецкая Э.М., Калиничева В.В.**

*ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины»,  
г. Днепр, Украина*

**GENDER DIFFERENCES OF THE CONTENT OF OSTEOASOCIATED  
ELEMENTS IN THE BLOOD AND BONE TISSUE OF RESIDENTS OF  
THE DNEPROPETROVSK REGION**

**Beletskaia E.M., Kalinicheva V.V.**

*State institution "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of  
Ukraine", Dnipro, Ukraine*

88

**Резюме/Summary**

Для еколого-гігієнічних досліджень, ранньої клінічної діагностики та, особливо, визначення напрямлення профілактики елементозів найбільш інформативними маркерами впливу хімічних забруднювачів є біологічні середовища. Вміст остеоасоційованих макро- та мікроелементів в кістковій тканині та крові у чоловічого та жіночого населення Дніпропетровського регіону був визначений методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES). Встановлено, що за результатами проведеного клініко-гігієнічного моніторингу вмісту остеоасоційованих макро- та мікроелементів у кістковій тканині та крові відсутні статеві відмінності їх концентрацій. Отримані результати були використані для розробки системи профілактичних заходів розвитку елементозів (кальцій, магній, залізо, цинк, мідь) у населення промислових територій.

**Ключові слова:** кальцій, цинк, мідь, магній, кров, кісткова тканина, ICP-AES

Для эколого-гигиенических исследований, ранней клинической диагностики и, особенно, определение направления профилактики элементозов наиболее информативными маркерами влияния химических загрязнителей — это биологические среды. Содержание остеоасоциированных макро- и микроэлементов в костной ткани и крови у мужчин и женщин Днепропетровского региона был оп-

ределен методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES). По результатам проведенного клинико-гигиенического мониторинга содержания остеоасоциированных макро- и микроэлементов в костной ткани и крови отсутствуют половые различия их концентраций. Полученные результаты могут быть использованы для разработки системы профилактических мероприятий развития элементозов (кальций, магний, железо, цинк, медь) у населения промышленных территорий.

**Ключевые слова:** кальций, цинк, медь, магний, кровь, костная ткань, ICP-AES

For ecological and hygienic studies, early clinical diagnosis and, especially, determining the direction of prevention of elementoses, the most informative markers of the influence of chemical pollutants are biological media. Thus, the bone tissue, which deposits and accumulates elements for its further functioning, represents the elemental status that has been formed over a long time and the blood, which is an informative dynamic biological medium of the organism.

The aim of our study was to study the gender characteristics of elemental homeostasis of the residents of Dnipropetrovsk region.

The content of macro- and microelements in bone tissue and blood in the male and female population of Dnipropetrovsk region was determined by ICP-AES.

It was established that according to the results of the carried out clinical-hygienic monitoring of the content of macro- and microelements in the bone tissue and blood, there are no differences in their concentrations. The established fact of a low iron content in the blood of women, compared with men, corresponds with other identical results. The obtained results can be used to develop a system of preventive measures for the development of elementoses (calcium, magnesium, iron, zinc, copper) in the population of industrial areas.

**Keywords:** calcium, zinc, copper, magnesium, blood, bone tissue, ICP-AES

### Вступ

Аналіз даних сучасної літератури свідчить про небезпечність впливу антропогенного забруднення промислових територій на здоров'я населення, який збільшує ризик порушення обміну макро- та мікроелементів в організмі людини, викликає каскад патологічних порушень і сприяє зростанню захворюваності.

Для еколого-гігієнічних досліджень, ранньої клінічної діагностики та, особливо, визначення спрямування профілактики элементозів найбільш інформативними маркерами впливу хімічних забруднювачів є біологічні матеріали [1, 2]. Так, кісткова тканина, яка

депонує та накопичує елементи для подальшого його функціонування [3, 4], представляє елементний статус, який сформувався впродовж тривалого часу та кров, як інформативне динамічне біосередовище організму [5].

Завдяки високоспеціалізованій структурній організації кісткової тканини, забезпечується нормальний перебіг обміну речовин (метаболізму) в організмі людини в цілому. При цьому, перебуваючи в постійному контакті з біологічними рідинами, кісткова тканина є місцем депонування макро- і мікроелементів [6] та може являти собою об'єктивне відображення загальної рівня елементів у організмі людини

[3, 4].

**Метою** нашого дослідження було вивчення статевих особливостей елементного гомеостазу мешканців Дніпропетровського регіону.

#### Матеріали та методи

Однорідна вибірка осіб ( $n = 16$ ) для дослідження була сформована за місцем проживання не менше 5 років, віком (18-64 роки), статтю, відсутністю професійних шкідливостей, характеру трудової діяльності, задовільними умовами побуту, відсутністю шкідливих звичок, випадків атравматичних переломів, трансплантації органів, прийому стероїдів, у сімейному анамнезі — випадків захворювань остеопорозу протягом 2016-2017рр. Дослідження затверджені на засіданні біомедичної етики №2 від 10.02.2016.

Вміст макро- та мікроелементів в кістковій тканині та крові у чоловіків та жінок населення Дніпропетровського регіону був визначений методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES). Пробопідготовка зразків кісткової тканини проводилась відповідно до методичних вимог МУК 4.1.1483-03 [7].

Забір біоматеріалу проводили інтраопераційно у осіб з ідіопатичними коксартрозом та асептичним некрозом головки стегнової кістки масою 1-2 г кісткової тканини

стегнової кістки та 1-2 мл крові. Досліджені особи за рентгенологічними ознаками (відповідно заключенню лікаря-клініциста) не мали остеопорозу.

Статистичне опрацювання результатів виконано із застосуванням стандартних методів варіаційної статистики [8] з використанням ліцензованого програмного продукту STATISTICA 6.1 (StatSoftInc., серійний №AGAR909E415822FA).

#### Результати та їх обговорення

У зв'язку із сучасними темпами підвищення ступеню екологічного напруження природних об'єктів, як потенційних джерел надходження абіотичних елементів до організму людини, що мешкає у промисловому місті, актуальність дійсного дослідження зростає.

Таблиця 1

Вміст макро- та мікроелементів у кістковій тканині чоловіків та жінок — мешканців промислової території ( $M \pm m$ )

Елемент	Середні значення концентрацій (мг/кг)		Ступінь зменшення / збільшення вмісту елементів (%)	p
	чоловіки	жінки		
Кальцій	47035 ± 8101,3 <sup>v</sup>	49874 ± 1916 <sup>^</sup>	5,8	p = 0,75
Магній	1351,7 ± 270,5 <sup>v</sup>	1500,7 ± 98,7 <sup>^</sup>	9,9	p = 0,52
Залізо	103,7 ± 3,98 <sup>v</sup>	112,23 ± 9,6 <sup>^</sup>	7,6	p = 0,42
Цинк	42,87 ± 9,2 <sup>v</sup>	44,68 ± 2,6 <sup>^</sup>	4,1	p = 0,86
Мідь	0,79 ± 0,01 <sup>v</sup>	0,85 ± 0,04 <sup>^</sup>	6,6	p = 0,22

Примітки: v — зниження показника; ^ — збільшення показника; p — достовірність відмінностей

Таблиця 2

Вміст макро- та мікроелементів у крові чоловіків та жінок — мешканців промислової території ( $M \pm m$ )

Елемент	Середні значення концентрацій (мг/л)		Ступінь зменшення / збільшення вмісту елементів (%)	p
	чоловіки	жінки		
Магній	47,96 ± 1,5 <sup>^</sup>	43,78 ± 1,73 <sup>v</sup>	9,6	p = 0,2
Залізо	281,33 ± 10,6 <sup>^</sup>	189,16 ± 17,6 <sup>v</sup>	48,7	p < 0,01
Цинк	5,04 ± 0,25 <sup>^</sup>	4,56 ± 0,3 <sup>v</sup>	10,6	p = 0,42
Мідь	0,43 ± 0,01 <sup>v</sup>	0,48 ± 0,01 <sup>^</sup>	8,5	p = 0,05

Примітки: v — зниження показника; ^ — збільшення показника; p — достовірність відмінностей.

Виявлено, що серед мешканців Дніпропетровського регіону всі досліджувані концентрації показників макрота мікроелементів у кістковій тканині нижчі у чоловіків (табл. 1), а у крові — переважаюча більшість рівнів елементів нижча у жінок (табл. 2).

Так, порівняння вмісту кальцію у кістках, виявило, що його концентрація у чоловіків нижча на 5,8 % ( $47035 \pm 8101,3$  мг/кг), порівняно з жінками ( $49874 \pm 1916$  мг/кг), магнію — на 9,9 % ( $1351,7 \pm 270,5$  мг/кг — для чоловіків,  $1500,7 \pm 98,7$  мг/кг — для жінок), заліза — на 7,6 % ( $103,7 \pm 3,98$  мг/кг — для чоловіків,  $112,23 \pm 9,6$  мг/кг — для жінок), цинку — на 4,1 % ( $42,87 \pm 9,2$  мг/кг — для чоловіків,  $44,68 \pm 2,6$  мг/кг — для жінок) та міді — на 6,6 % ( $0,79 \pm 0,01$  мг/кг — для чоловіків,  $0,85 \pm 0,04$  мг/кг — для жінок).

При порівнянні концентрацій елементів у крові виявлена протилежна ситуація, тобто вміст у ній магнію нижчий на 9,6 % серед жінок ( $47,96 \pm 1,5$  мг/кг — для чоловіків,  $43,78 \pm 1,73$  мг/кг — для жінок), заліза — на 48,7 % ( $p < 0,01$ ) та цинку — на 10,6 % також серед осіб жіночої статі, а рівень міді залишається нижчим у чоловіків, порівняно з жінками на 8,5 % ( $0,43 \pm 0,01$  мг/кг — для чоловіків,  $0,48 \pm 0,01$  мг/кг — для жінок).

Отримані результати даних вмісту досліджуваних нами макрота мікроелементів у кістковій тканині та крові, розподілених за статтю не мають статистично значущих відмінностей між жінками і чоловіками. Аналогічні результати спостерігались в дослідженнях інших науковців [3], які досліджували різні кістки, в т.ч. тканини стегнової кістки.

Але була виявлена достовірна різниця між концентрацією заліза у крові чоловіків та жінок, із нижчим його рівнем у останніх, що корелює з резуль-

татами інших науковців [9].

### Висновок

За результатами порівняльного аналізу вмісту остеоасоційованих макрота мікроелементів у кістковій тканині та крові чоловіків і жінок — мешканців промислової території, встановлено відсутність статевих відмінностей їх концентрацій у біосередовищах. Отримані результати можуть бути використані для розробки системи профілактичних заходів розвитку елементозів (кальцій, магній, залізо, цинк, мідь) у населення промислових територій.

### Література

1. Mahdavi-Roshan M., Ebrahimi M., Ebrahimi A. Copper, magnesium, zinc and calcium status in osteopenic and osteoporotic post-menopausal women. *Clin Cases Miner Bone*. 2015. Vol. 12, No 1. P. 18–21. doi: 10.11138/ccmbm/2015.12.1.018
2. Analysis of Relations Between the Level of Mg, Zn, Ca, Cu, and Fe and Depressiveness in Postmenopausal Women / M. Szkup et al. *Biol Trace Elem* 2017. Vol. 176, No 1. P. 56–63. doi: 10.1007/s12011-016-0798-9.
3. The Content of Structural and Trace Elements in the Knee Joint Tissues / W. Roczniak et al. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017. Vol. 14, No 12. P. 1441. doi: 10.3390/ijerph14121441.
4. Interactions between concentrations of chemical elements in human femoral heads / B. Brodziak-Dopieraia et al. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*. 2009. Vol. 57. P. 203–210.
5. Kim M.H., Choi M.K. Seven Dietary Minerals (Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, and Mn) and Their Relationship with Blood Pressure and Blood Lipids in Healthy Adults with Self-Selected Diet. *Biol Trace Elem Res*. 2013. Vol. 153. P. 69. https://doi.org/10.1007/s12011-013-9656-1
6. Ерохин А.Н, Исаков Б.Д, Накоскин А.Н. Особенности микроэлементного состава костной ткани при чрескостном дистракционном остеосинтезе методом Илизарова в условиях высокогорья экспериментальное исследование). Са-

- ратовский научно-медицинский журнал*. 2014. Т. 10, №1. С.119-123.
7. Методы контроля. Химические факторы. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Методические указания МУК 4.1.1482-1483-03. М.: Минздрав России, 2003.- 56с.
  8. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных/ М.Ю. Антомонов. Киев.-2017.- 578с.
  9. Статеві особливості порушення обміну заліза у хворих на цукровий діабет 2-го типу з інсулінорезистентним синдромом та їх корекція препаратами альфа-ліпоєвої кислоти / В.М. Скибун та ін. *Ліки України*. 2010 Т. 137, №1. С.104-111.
  4. Brodziak-Dopieraia B, Kwapulicski J, Kusz D, Gajda Z, Sobczyk K. Interactions between concentrations of chemical elements in human femoral heads. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2009; 57: 203–210.
  5. Kim MH, Choi MK. Seven Dietary Minerals (Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, and Mn) and Their Relationship with Blood Pressure and Blood Lipids in Healthy Adults with Self-Selected Diet. *Biol Trace Elem Res* 2013; 153: 69. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9656-1>
  6. Erokhin AN, Isakov DB, Nakoskin AN. Features of the microelement composition of bone tissue during transosseous distraction osteosynthesis using the Ilizarov method in high mountains (experimental study) *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*. 2014; 10 (1): 119-123.
  7. Control methods. Chemical factors. Determination of chemical elements in biological media and preparations using atomic emission spectrometry and mass spectrometry with inductively coupled plasma. Guidelines MUK 4.1.1482-1483-03. М.: Ministry of Health of Russia, 2003.- 56p.
  8. Antomonov MYu. Mathematical processing and analysis of biomedical data 2017: 578p.
  9. Skibun VM. Sexual peculiarities of violation of iron metabolism in patients with type 2 diabetes with insulin resistance syndrome and their correction with preparations of alpha-lipoic acid. *Medications of Ukraine*. 2010; 137 (1): 104-111.
  1. Mahdavi-Roshan M, Ebrahimi M, Ebrahimi A. Copper, magnesium, zinc and calcium status in osteopenic and osteoporotic post-menopausal women. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2015; 12 (1): 18–21. doi: 10.11138/ccmbm/2015.12.1.018
  2. Szkup M, Jurczak A, Brodowska A, Brodowska A, Nocec I, Chlubek D, Laszczyska M, Karakiewicz B, Grochans E. Analysis of Relations Between the Level of Mg, Zn, Ca, Cu, and Fe and Depressiveness in Postmenopausal Women. *Biol Trace Elem Res.* 2017; 176 (1): 56–63. doi: 10.1007/s12011-016-0798-9.
  3. Rocznik W, Brodziak-Dopieraia B, Cipora E, Mitko K, Jakybik-Kolon A, Konieczny M, Babuńka-Rocznik M. The Content of Structural and Trace Elements in the Knee Joint Tissues *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2017; 14 (12): 1441. doi: 10.3390/ijerph14121441.

*Впервые поступила в редакцию 11.04.2019 г.  
Рекомендована к печати на заседании  
редакционной коллегии после рецензирования*