

УДК 616.71-008.9: 547.1'147-048.77: 614.7 (477.63)

DOI:10.5281/zenodo.1239532

МОДИФІКАЦІЇ ОСТЕОАСОЦІЙОВАНОГО МІКРОЕЛЕМЕНТУ ЦИНКУ В КІСТКОВІЙ ТКАНИНІ МЕШКАНЦІВ ЕКОЛОГОКОНТРАСТНИХ ТЕРИТОРІЙ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Калінічева В.В.

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

enbelitska@ukr.net

Вплив конкурентних взаємовідносин антропогенного забруднення навколишнього середовища та есенціального мікроелементу на кісткову тканину людини актуалізується. Виявлено, що в кістковій тканині мешканців промислової території, порівняно з жителями контрольної, вміст цинку нижчий на 15,6 % ($p = 0,016$), та становить $44,23 \pm 2,9$ мг/кг і $52,41 \pm 1,44$ мг/кг відповідно. Встановлений нами факт зниження цинку в кістковій тканині людини кореспондується із тотожними результатами у експонованих тварин, що доводить механізм розвитку біонтагоністичних взаємовідносин цинку і свинцю. Ризик екологічної детермінованості зниження рівня цинку в кістковій тканині мешканців промислового регіону за ВШ в 5,6 (95 % ДІ 3, 15-9,8) разів вище ($p < 0,005$), порівняно з жителями контрольної території.

Ключові слова: цинк, кісткова тканина, мікроелементи, навколишнє середовище

Актуальність

Проблема встановлення зв'язку між негативним впливом факторів навколишнього середовища і станом здоров'я населення є однією з найбільш актуальних в сучасній профілактичній медицині. Вплив антропогенного навантаження на мешканців екологічних територій потребує особливої уваги, оскільки деякі політанти, в т.ч. свинець, навіть у невеликій кількості, викликають негативні наслідки впливу [11, 13].

Перебуваючи в постійному контакті з біологічними рідинами, кісткова тканина є місцем депонування макро- і мікроелементів [3] та може являти собою об'єктивне відображення загального рівня елементів у організмі людини [14].

Антропогенне навантаження, в т.ч. свинцем, на організм людини розглядається науковцями як потенційний фактор ризику розвитку остеопорозу [3]. Кісткова тканина також є депо і для доведеного біонтагоніста свинцю — есенціального мікроелементу цинку [1, 10], 30

% якого міститься саме у кістці [8, 13].

Слід підкреслити, що цинк також відіграє важливу роль в метаболізмі кісток, що робить його важливим компонентом кальцифікованої матриці [13]. Занадто високі і надмірно низькі концентрації цинку в кістковій тканині є причиною поступової втрати кісткової маси [9].

Нині, в процесі вивчення властивостей цинку, все більше актуалізується його використання в якості остеопротектора [8], в т.ч. за рахунок біонтагоністичних взаємовідносин між свинцем та цинком за їх впливом на рівень кальцію у кістковій тканині [10].

Вплив конкурентних взаємовідносин антропогенного забруднення навколишнього середовища та есенціального мікроелементу на кісткову тканину людини актуалізується вищесказаним.

Метою нашого дослідження був порівняльний аналіз вмісту цинку у кістковій тканині мешканців екологічних територій.

Матеріали та методи

В роботі представлені результати дослідження вмісту цинку в кістковій тканині 42 мешканців екологоконтрастних територій 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 [6].

Формування однорідної вибірки осіб для дослідження проводилось за місцем проживання не менше 5 років, віком, статтю, відсутністю професійних шкідливостей, характеру трудової діяльності, задовільними умовами побуту, відсутністю шкідливих звичок, випадків атравматичних переломів, трансплантації органів, приймання стероїдів, у сімейному анамнезі — випадків захворювань остеопорозу протягом 2016-2017рр. Дослідження затверджені на засіданні комісії з біомедичної етики №2 від 10.02.2016. До дослідної групи ($n = 16$) були розподілені особи, що проживають у промислових містах Дніпропетровської області: Дніпро (75 % респондентів), Кривий Ріг та Нікополь. До контрольної групи ($n = 26$) входили особи, що мешкали в містах з незначним техногенним забрудненням.

Забір біоматеріалу проводили інтраопераційно у осіб з ідіопатичними коксартрозом та асептичним некрозом головки стегнової кістки масою 1-2 г кісткової тканини. Досліджені особи за рентгенологічними ознаками (відповідно заключенню лікаря-клініциста) не мали остеопорозу.

Статистичне опрацювання результатів виконано із застосуванням стандартних методів варіаційної статистики [5] з

використанням ліцензованого програмного продукту STATISTICA 6.1 (StatSoftInc., серійний №AGAR909E415822FA).

Результати та їх обговорення

Аналіз отриманих даних свідчить, що вміст цинку в кістковій тканині мешканців дослідних територій коливався в досить широких межах. Так, його концентрація у жителів промислової території становила 22,09-63,65 мг/кг, для мешканців контрольної території — 33,27-67,04 мг/кг.

Порівняльний аналіз середніх показників цинку виявив, що його вміст у кістковій тканині мешканців промислової території нижчий на 15,6 % ($p = 0,016$) порівняно з аналогічними даними жителів контрольної території та становив $44,23 \pm 2,9$ мг/кг і $52,41 \pm 1,44$ мг/кг відповідно (табл.).

Вміст цинку у кістковій тканині згідно [12] у практично здорових осіб становить 75-170 мг/кг. Порівняння наших результатів (рис.) з цими даними (75-170 мг/кг) виявило зниження його рівня, навіть відносно нижньої границі, на 41 % у мешканців промислової території і на 30 % серед жителів контрольної території.

Вміст цинку у кістках мешканців промислової та контрольної територій нижче на 42,6 % і 31,9 % відповідно, порівняно з жителями Омського регіону, результат у яких становить 77 ± 1 мг/кг [2].

В попередніх наших роботах [1, 4] в експерименті на лабораторних щурах був досліджений низькодозовий вплив ацетату свинцю (в дозі 0,05 мг/кг маси тіла), що відповідає реальним умовам впливу

свинцю навколишнього середовища на організм, в т.ч. на кісткову тканину. Отримані результати свідчили, що ацетат свинцю призводив до зниження вмісту цинку на 6,9 % ($p <$

Цинк у кістковій тканині мешканців екологоконтрастних територій

($n = 42$)

Елемент	Промислова територія		Контрольна територія		Різниця, %	ДВ
	$M \pm m$	ДІ	$M \pm m$	ДІ		
Цинк	$44,23 \pm 2,9$	38,23; 50,23	$52,41 \pm 1,44$	49,59; 55,23	15,6	$p = 0,016$

Примітки: ДІ — 95 % довірчий інтервал; ДВ — достовірність відмінностей.

0,05), порівняно з контролем — $281,87 \pm 4,4$ мг/кг.

Достовірно зниження рівня цинку у кістковій тканині щурів від низькодозового впливу ацетату свинцю дозволяє повною мірою екстраполювати результати на отримані дані вітальних досліджень у жителів промислового регіону, як доказ біоантагонізму цинку і свинцю.

Отже, виявлене зниження рівня цинку в кістковій тканині мешканців промислової території, порівняно з жителями контрольної території, пояснюється постійним свинцевим навантаженням навколишнього середовища і організм мешканців.

Так, розрахований 95 % ДІ, який становив для респондентів промислової території (38,23; 50,23) та для — контрольної території (49,59; 55,23) дозволяє припустити гіпотезу про негативний вплив антропогенного навантаження навколишнього середовища на рівень цинку у кістковій тканині.

Визначення ризику екологічної детермінованості зниження цинку в кістковій тканині мешканців промислового регіону за розрахованим для них відношенням шансів (ВШ), виявило вплив антропогенного навантаження навколишнього середовища на зниження вмісту цинку в кістковій тканині мешканців промислової території по відношенню до респондентів контрольної.

Таким чином, дослідження показало, що ризик зниження рівня цинку в кістках мешканців промислової території за ВШ в 5,6 (95 % ДІ 3,15-9,8) разів вище ($p < 0,005$), ніж серед осіб, які проживають у контрольній території.

Висновки

1. Виявлено, що в кістковій тканині мешканців промислової території порівняно з жителями контрольної, вміст цинку достовірно нижчий на 15,6 % ($p = 0,016$), та становить

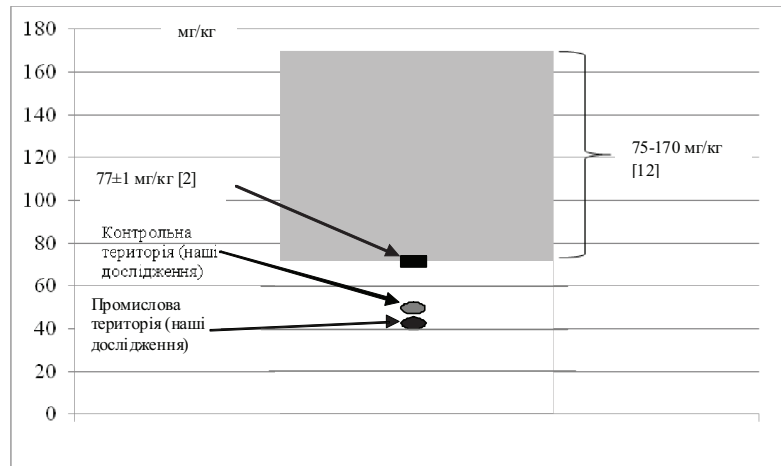


Рис. 1. Вміст цинку у кістковій тканині мешканців екологічноконтрастних територій

$44,23 \pm 2,9$ мг/кг і $52,41 \pm 1,44$ мг/кг відповідно.

- Встановлений нами факт зниження цинку в кістковій тканині людини кореспондується із тотожними результатами у експонованих тварин, що доводить механізм розвитку біоантагоністичних взаємовідносин цинку і свинцю.
- Ризик екологічної детермінованості зниження вмісту цинку в кістковій тканині мешканців промислового регіону за ВШ в 5,6 (95 % ДІ 3,15-9,8) разів вище ($p < 0,005$) порівняно з жителями контрольної території.

Література

- Вивчення модифікації цинкового статусу лабораторних тварин за умов низькодозової дії свинцю та цинку в різних формах / Е.М. Білецька, О.П. Штепа, В.В., Калінічева, С.І. Вальчук // Медичні перспективи. — 2017. — Т. 22, №4. — С. 13-19. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2017.4.117661>.
- Герк С.А. Элементный состав костной ткани человека в норме и при патологии /С.А. Герк, О.А. Голованова//Вестн. Ом. ун-та.-2015.- № 4.-С.39-44.
- Ерохин А. Н. Особенности микроэлементного состава костной ткани при чрескостном дистракционном остеосинтезе методом Илизарова в условиях высокогорья (экспериментальное исследование) / А.Н. Ерохин, Б.Д.Исаков, А.Н. Накоскин // Саратов. науч.-мед. журнал.-2014.-Т.10,№1.-С.119-123.
- Комбінована дія низькодозових рівнів

- свинцю та цинку на кісткову тканину щурів / Е. М. Білецька, Н. М. Онул, В. В. Калінічева // Запорізький медичний журнал. — 2018. — Т. 20, № 1 (106). — С. 101–104 DOI: 10.14739/2310-1210. 2018.1.122121.
5. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных/ М.Ю. Антомонов//Киев.-2017.- 578с.
 6. 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.
 7. Оценка содержания токсичных микроэлементов в крови рабочих машиностроительного предприятия /Т.С. Уланова, Е.В. Стенно, Г.А. Вейхман [и др.]. Методы и объекты химического анализа.-2013, Т.8, № 2, С. 72-75.
 8. Accelerated bone ingrowth by local delivery of Zinc from bioactive glass: oxidative stress status, mechanical property, and microarchitectural characterization in an ovariectomized rat model /Jbahi Samira, Monji Saoudi, Kabir Abdelmajid [et al.] //Libyan Journal of Medicine.-2015.- V.10, Iss. 1. doi: 10.3402 / ljm.v10.28572.
 9. Anticalculus efficacy of an antiseptic mouthrinse containing zinc chloride / C. H. Charles, M. J. Cronin, N. J. Conforti [et al.] / / J. Am. Dent. Assoc. — 2001. — Vol. 132, № 1. — P. 94–98.
 10. Differential association of lead on length by zinc status in two-year old Mexican children / A Cantoral, M. M. Tillez-Rojo, T. Shamah Levy [et al.] // Environ Health.- 2015. doi: 10.1186/s12940-015-0086-8.
 11. Osteoporosis in a Chinese population due to occupational exposure to lead / Y. Sun, D. Sun, Z. Zhou [et al.] //Am J Ind Med.-2008.- V.51.-P.436–442.
 12. Pais I., Benton Jones J. The handbook of trace elements.- Boca Raton: St. Lucie Press, — 1997.
 13. Spatial distribution of the trace elements zinc, strontium and lead in human bone tissue / B. Pemmer, A Roschger, A Wastl [et al.] // Bone.-2013.-V.57, N 1.- P.184–193. doi: 10.1016/j.bone.2013.07.038.
 14. The Content of Structural and Trace Elements in the Knee Joint Tissues /Wojciech Roczniak, Barbara Brodziak-Dopierala, Elżbieta Cipora [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health.- 2017.-V.14, N12.-P.1441. doi: 10.3390/ijerph14121441.
- ### References
1. Biletska EM, Shtepa OP, Kalinicheva VV, Val'chuk SI. [Study of modification of zinc status of laboratory animals in conditions of low dosage action of lead and zinc in various forms]. *Medicni perspektivi*. 2017; 22 (4): 13-19. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2017.4.117661>. Ukrainian.
 2. Gerk SA, Golovanova OA. [Elemental composition of human bone tissue is normal and in pathology]. *Vestn. Om. un-ta*-2015.- № 4.-С.39-44. Russian.
 3. Erokhin AN, Isakov BD, Nakoskin AN. [Peculiarities of the microelement composition of bone tissue with transosseous distraction osteosynthesis by the Ilizarov method in high altitude conditions (experimental study)]. *Saratov. nauch.-med. zhurnal*. 2014; 10 (1): 119–123. Russian.
 4. Biletska EM, Onul NM, Kalinicheva VV. [Features of micronutrient composition of bone tissue with transdermal distraction osteosynthesis by Ilizarov method in high mountains (experimental study)]. *Zaporiz'kiy medichniy zhurnal*. 2018; 20 (1 (106)): С.101–104. DOI: 10.14739/2310-1210. 2018.1.122121. Ukrainian.
 5. Antomonov MYu. [Mathematical processing and analysis of biomedical data]. Kiev. 2017: 578s. Russian.
 6. Control methods. Chemical factors. Determination of chemical elements in biological media and preparations by atomic emission spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry. Methodical instructions of МУК 4.1.1482-1483-03. Moskva: Minzdrav Rossii. 2003: 56s. Russian.
 7. Ulanova TS, Stenno EV, Veykhman GA. [Estimation of the content of toxic trace elements in the blood of workers of the machine-building enterprise]. *Metody i obekty khimicheskogo analiza*. 2013; 8 (2): 72-75. Russian.
 8. Jbahi Samira, Monji Saoudi, Kabir Abdelmajid. Accelerated bone ingrowth by local delivery of Zinc from bioactive glass: oxidative stress status, mechanical property, and microarchitectural characterization in an ovariectomized rat model. *Libyan Journal of Medicine*. 2015; 10 (1). doi: 10.3402 / ljm.v10.28572.
 9. Charles CH, Cronin MJ, Conforti NJ. Anticalculus efficacy of an antiseptic

- mouthing containing zinc chloride. J. Am. Dent. Assoc. 2001; 132 (1): 94–98.
10. Cantoral A, Tillez-Rojo MM, Shamah Levy T. Differential association of lead on length by zinc status in two-year old Mexican children. Environ Health. 2015. doi: 10.1186/s12940-015-0086-8.
 11. Sun Y, Sun D, Zhou Z. Osteoporosis in a Chinese population due to occupational exposure to lead. Am J Ind Med. 2008; 51: 436–442.
 12. Pais I, Benton Jones J. The handbook of trace elements. - Boca Raton: St. Lucie Press. - 1997.
 13. Pemmer B, Roschger A, Wastl A. Spatial distribution of the trace elements zinc, strontium and lead in human bone tissue. Bone. 2013; 57 (1): 184–193. doi: 10.1016/j.bone.2013.07.038.
 14. Wojciech Roczniak, Barbara Brodziak-Dopierała, Elżbieta Cipora. 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.

Резюме

МОДИФИКАЦИЯ ОСТЕОАССОЦИИРОВАННОГО МИКРОЭЛЕМЕНТА ЦИНКА В КОСТНОЙ ТКАНИ ЖИТЕЛЕЙ ЭКОЛОГОКОНТРАСТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Калиничева В.В.

Влияние конкурентных взаимоотношений антропогенного загрязнения окружающей среды и эссенциального микроэлемента на костную ткань человека актуализируется. Выявлено, что в костной ткани жителей промышленной территории, по сравнению с жителями контрольной, содержание цинка ниже на 15,6 % ($p = 0,016$), и составляет $44,23 \pm 2,9$ мг / кг и $52,41 \pm 1,44$ мг / кг соответственно. Установленный нами факт снижения цинка в костной ткани человека коррелирует с тождественными результатам в представляемых животных, доказывает механизм развития биантагонистических взаимоотношений цинка и свинца. Риск экологической детерминированности снижения уровня цинка в костной ткани жителей промышленного региона по отношению шансов в 5,6 (95 % ДИ 3,15-9,8) раз выше

($p < 0,005$), по сравнению с жителями контрольной территории.

Ключевые слова: цинк, костная ткань, микроэлементы, окружающая среда

Summary

MODIFICATION OF ZINC IN THE BONE TISSUE OF RESIDENTS OF THE TERRITORIES OF THE DNEPROPETROVSK REGION WITH A DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITION

Kalinicheva V.V.

Influence of competitive relations of anthropogenic pollution of the environment and essential element on human bone tissue is actualized. The results of the study of zinc content in bone tissue of 42 inhabitants of ecologically contrasting territories by the ICP-AES / ICP-MS method are presented. Sample preparation of samples of bone tissue was conducted in accordance with the methodical requirements of MUK 4.1.1483-03. Intraoperatively, with an idiopathic coxarthrosis and aseptic necrosis of the femoral head, a 1-2 g bone tissue was taken. The subjects under radiologic signs did not have osteoporosis. It was found that in the bone tissue of the inhabitants of the industrial area, compared with the inhabitants of the control, zinc content was lower by 15.6 % ($p = 0.016$), and is 44.23 ± 2.9 mg/kg and 52.41 ± 1.44 mg/kg respectively. The fact that zinc is reduced in human bone tissue is established by us and corresponds to the identical results in the exposed animals, which proves the mechanism of development of bionatonic relations between zinc and lead. The risk of ecological determinism of reducing the zinc level in the bone tissue of the industrial region's inhabitants in terms of chances of 5.6 (95 % CI 3.15-9.8) times higher ($p < 0.005$), compared with residents of the control area

Key words: zinc, bone tissue, trace elements, environment

*Впервые поступила в редакцию 25.02.2018 г.
Рекомендована к печати на заседании
редакционной коллегии после рецензирования*