

## ПОГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

DOI: 10.26693/jmbs03.05.261  
УДК 616.7 – 036.3:613.27:614.7.

Белецкая Э. Н., Безуб О. В.

## РОЛЬ НЕКОТОРЫХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СНИЖЕНИИ РИСКА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», Днепр

deonees@ukr.net

Заболевания опорно-двигательной системы, особенно у людей среднего и пожилого возраста, являются актуальной проблемой современности. Данные анализа гигиенических исследований в этом направлении и результаты собственных научных исследований свидетельствуют об очевидности комплексного влияния на костную ткань человека антропогенной нагрузки свинцом и дефицита потребления кальция с продуктами питания. Этот тяжелый металл даже в низких дозах способен накапливаться костной тканью, вытесняя кальций. Возрастное химическое загрязнение окружающей среды свинцом на фоне регистрируемого дефицита кальция в продуктах питания будет способствовать росту заболеваемости опорно-двигательной системы, особенно у лиц старшего и среднего возраста.

Гигиенические исследования доказывают, что гипокальциемия, в условиях хронической низкодозовой нагрузки свинцом, может способствовать развитию остеопатий. Комбинированное воздействие на костную ткань свинцом совместно с цинком в органической и неорганической форме способствует сохранению и достоверному увеличению количества кальция. В то же время статистический анализ фактического суммарного потребления продуктов питания, являющихся основным источником цинка и кальция населением Украины, выявляет значительное снижение употребления этих продуктов, что необходимо учитывать при формировании стратегии профилактики остеопатий.

**Ключевые слова:** свинец, костная ткань, дефицит кальция, дефицит цинка, остеопатии.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы «Гігієнічна діагностика формування екозалежних мікроелементозів у населення промислового регіону та їх профілактика», № государственной регистрации 0114U005582. І N.03.15.

**Введение.** Здоровье человеческого сообщества определяется рядом биологических, экологических, медицинских, социально-экономических и других детерминант, влияющих на него как непосредственно, так и опосредованно. Роль каждой из детерминант может изменяться с течением времени, согласуясь с уровнем развития самого общества. Таким примером стало повышение роли пищевой доминанты в формировании здоровья населения экономически развитых стран. Развитие человеческой цивилизации стало причиной интенсивного накопления химических загрязнителей в различных компонентах биосферы и питания, наряду с удовлетворением важных физиологических потребностей человеческого организма способно содействовать ослаблению неблагоприятного воздействия ксенобиотиков на обменные процессы организма, замедляя процесс их биотрансформации и накопления в тропных к ним тканях организма человека [3, 4, 7, 13, 15]. Цель данного обзора литературы, основывающегося как на отечественных, так и на зарубежных научных источниках – выявить влияние на биогенез костной ткани некоторых микро- (цинк, свинец) и макроэлементов (кальций), обосновать пути профилактики остеопатий.

Одним из приоритетных глобальных загрязнителей окружающей среды по данным ВОЗ является

свинец – тяжелый металл, особенностью которого является интенсивное накопление в организме взрослого и детского населения промышленных агломераций в результате кумуляции в костной ткани человека с вытеснением кальция [4, 13, 18]. Костная ткань способна аккумулировать до 90-95% от всего количества поступающего из внешней среды свинца. Наличие физиологического антагонизма свинца по отношению к кальцию, выявленное в ходе многочисленных научных исследований [1, 4, 19], приводит к вытеснению кальция из костной ткани с одновременным снижением ее прочностных характеристик, и является фактором риска развития патологии опорно-двигательной системы и зубочелюстного аппарата. [13]. Подобная экологически обусловленная нагрузка на костную ткань живого организма способствует увеличению распространенности остеопатий, особенно у лиц старшей и средней возрастной группы, проживающих на техногенно нагруженных территориях. (Вишневицкий В.А. с соавт., 2002; Прохорова Е.А. с соавт., 2012) [3, 15]. Признаки заболевания остеопорозом выявляется не менее чем у 50% женщин и 30% мужчин старше 50 лет, и ведут в большинстве случаев к переломам костей скелета, снижая качество и продолжительность жизни [9, 16, 17]. Так отечественные ученые, говоря о возможности возникновения нетравматических переломов костей скелета - одного из самых тяжелых осложнений остеопатий - оценивают группу риска в 4,7 млн человек, или 10% трудоспособного населения Украины среднего и пожилого возраста [17].

Неуклонное нарастание угрозы ухудшения условий жизни и здоровья нынешнего и будущих поколений, проживающих в сложных техногенных комплексах промышленно развитых регионов, ставит закономерный вопрос о необходимости более детального изучения и причин возникновения костных патологий, и возможностей их профилактики.

Известно, что процесс биотрансформации свинца в организме человека сопровождается активным вмешательством его в скелетный метаболизм с одновременным вытеснением кальция из мест его связывания с фосфатными, карбоксильными и сульфатными лигандами, и протекает при поступлении этого ксенобиотика в пределах ПДК в течение длительного промежутка времени [1, 13, 19]. Достоверное снижение количественного содержания кальция в костной ткани лабораторных животных зарегистрировано после использования низкодозовой загрузки ацетатом свинца и в наших исследованиях [4]. В то же время имеющиеся научные данные [1] подтверждают возможность существенного замедления процесса накопления свинца костную тканью лабораторных животных

при наличии экспериментальной гиперкальциемии, и увеличение накопления этого тяжелого металла при недостаточном поступлении кальция с пищей [1]. Статистический анализ фактического суммарного потребления молочных продуктов лицами, страдающими остеопатиями (возрастная категория  $54,5 \pm 11,9$  лет), подтверждает снижение в 1,6 раз употребление этих продуктов в сравнении с лицами той же возрастной категории, не имеющими подобной патологии [6]. Таким образом доказано, что гипокальциемия может способствовать развитию остеопатий, потенцируя накопление костной тканью свинца – лидера по степени тропности к ней [1, 4].

Гигиенические исследования последних лет указывают на возможную протекторную роль цинка в условиях хронической низкодозовой нагрузки свинцом [4]. При комбинированном воздействии на костную ткань лабораторных животных свинцом совместно с цинком в органической и неорганической форме зарегистрировано сохранение и достоверное увеличение количества кальция в костной ткани соответственно на 16,43% и 22,04%, что может способствовать сохранению прочностных характеристик костной ткани.

Основным источником минеральных компонентов, поступающих в организм человека, определяющих его структуру и функциональное состояние, является пищевая рацион. Современная модель питания населения урбанизированных территорий сформирована под воздействием коренного изменения его образа жизни вследствие наличия экологических, социально-экономических демографических и других проблем. Тенденция к нарушению структуры питания населения, вследствие дефицита в пищевом рационе минерального компонента и его разбалансировки, характерна для всех экономически развитых стран мира [2, 11, 12]. Дефицит микронутриентов является, по определению ВОЗ, одной из главных проблем в питании современного населения [14]. Свой вклад в формирование дефицита макро- и микроэлементов в пищевом рационе населения вносит употребление удешевленных пищевых продуктов, в том числе питание по системе «fast-food», как прямое следствие агрессивной и скрытой рекламы при отсутствии необходимых знаний в области рационального питания [5].

Анализ и обобщение существующих научных и статистических данных дало основание констатировать наличие в пищевом рационе и населения нашей страны дефицита многих макро- и микроэлементов, включая и дефицит кальция и цинка [8]. В число первопричин, оказывающих влияние на формирование дефицита цинка, входит снижение

употребления украинцами за последние десятилетия основного его источника - мяса и мясопродуктов на 56% с одновременным увеличением доли пищевых продуктов, полученных технологической переработкой натурального сырья, а значит характеризующихся снижением минерального состава [8, 17]. Производство и потребление населением Украины молока и молокопродуктов - основного источника кальция в питании человека - по данным, опубликованным Госкомстатом Украины - уменьшилось с 1990 по 2010 год почти в два раза [8].

Недостаточное поступление кальция с пищей, так называемое «первичное кальциевое голодание», провоцирует активизацию процессов резорбции кости, снижение костной массы с одновременным нарушением и структуры кости [17]. Данные анализа фактических рационов питания населения большинства стран ближнего зарубежья подтверждают тенденцию к значительному снижению потребления этого макроэлемента с пищей для всех возрастных групп населения. Так белорусские ученые оценивают суточное поступление кальция в количестве всего 470 мг/сут, что более чем в 2 раза ниже существующей нормы [11]. Российские ученые [2, 10] также констатируют дефицит потребления молока и молочных продуктов до 48% от необходимого количества даже в самых экономически благополучных районах страны. Имеющиеся данные позволяют утверждать, что в Украине состояние фактического потребления кальция взрослым трудоспособным населением находится на не менее низком уровне. Согласно результатам исследований 2007 года [8], 46,5%

женщин средней и старшей возрастной группы потребляли всего 400 мг кальция в суточном рационе, и только лишь 3,2% женщин из общего количества обследованных потребляли адекватное количество кальция - более 1000 мг/сут [17]. Последние десятилетия характерны уменьшением суточного потребления кальция в детских возрастных группах. Если в 2002 году питание детской возрастной категории содержало 717,7-757,4 мг/сут кальция при нормах потребления в 1000-1200 мг/сутки, то данные, опубликованные в 2012 году, констатируют уже снижение обеспечения физиологической потребности в кальции детей на 43,54-52,3% [8, 17].

**Заключение.** Таким образом, актуальность проблемы адекватного минерального обеспечения организма жителей урбанизированных и промышленно развитых территорий, как фактора, играющего ключевую роль в сохранении здоровья и физических возможностей лиц трудоспособного возраста средней и старшей возрастной категории и формировании пиковой костной массы подрастающего поколения неоспорима. Современные методы профилактики остеопатий должны учитывать уровень загрязнения окружающей среды свинцом как приоритетным глобальным загрязнителем, способствующим возникновению остеопений, одновременно корректируя микро- (цинк) и макроэлементный (кальций) дисбаланс фактического питания населения. Формирование стратегии профилактики остеопатий требует, на наш взгляд, дальнейшего углубленного изучения особенностей костного метаболизма под воздействием остеотропных экологических загрязнителей и факторов риска.

## References

1. Akhpalova VO. *Features of development of renal manifestation of lead intoxications in rats in conditions of altered calcium homeostasis*: Abstr. PhD. (Med.). Vladikavkaz, 2011.- 15 p. [Russian]
2. Baturin AK. [Monitoring the nutritional status of the population of Russia]. *Materialy 10 Vserossiyskogo siezda gigienistov i sanitarnykh vrachey*. 2008: 786-9. [Russian]
3. Berzen' VI, Stel'makhov'ska VP, Martinenko YV, Zalotyuk MV. The impact of social and chemical factors on the health of the child population in an industrial region. *Visnik sotsial'noi gigieni ta organizatsii okhoroni zdorov'ya Ukraini*. 2012; 2: 17-20. [Ukrainian]
4. Biletska EM, Onul NM, Kalinicheva VV. Comparative evaluation of bioprotective action of zinc in organic and inorganic form on osteotropism of lead in experimental conditions. *Medichni perspektivi*. 2016; 4: 123-9. [Ukrainian]
5. Globalnaya strategyya VOZ po pytanyu, fyzycheskoy aktyvnosti y zdorov'yu: rukovodstvo dlya stran po monitoryngu y otsenke osushchestvlenyya. VOZ, 2009. 47 s. [digital resource]. Available from: <http://www.euro.who.int/document/e81507r/pdt>. [Russian]
6. Martinchik AN, Khodyrev VN, Peskova EV. Epidemiological studies of the role of nutrition in the formation and development of osteoarthritis. Post 2. The actual food consumption and risk assessment of their impact on the development of osteoarthritis. *Voprosy pitaniya*. 2010; 79 (6): 19-25. [Russian]
7. Onul NM. *Hygienic diagnostics of the reproductive health of the population of the industrial region (risk factors, prevention)*: Abstr. Dr. Sci. (Med.). Kyiv, 2015. 39 p. [Ukrainian]
8. Polishchuk TV. Hygienic evaluation of actual consumption of milk and milk products by children population and determination of their role in providing micronutrient intake of children. *Gigiena naselenikh mist'*. 2012; 59: 241-8. [Ukrainian]

9. Prokhorova EA Dreval AV, Marchencova LA. The relationship of osteoporosis with decreased quality of life and psycho-emotional disorders. *Rossiysky meditsinsky zhurnal*. 2012; 4: 50-3. [Russian]
10. Puzanov IV. *Hygienic aspects of optimizing nutritional status and prevention of osteopenia status in adolescents*: Abstr. Dr. Sci. (Med.). M, 2008. 30 p. [Russian]
11. Rudenko EV. *Regional features of accumulation of bone mass in children of Belarus*: Abstr. PhD. (Med.). Minsk: Belarus med akad poslediplom obrazov, 2009. 22 p. [Russian]
12. Serdyuk AM, Gulich MP, Kaplunenkov VG, Kosinov MV Nanotechnologies for micronutrients: problems, prospects and ways of eliminating the deficit of macro- and micronutrients. *Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine*. 2010; 16 (1): 107-14. [Ukrainian]
13. Choudhury H, Muypolli A. Potential considerations, & concerns in the risk characterization for the interaction profiles of metals. *Indan J Med Res*. 2008; 128 (4): 462-83. PMID: 19106441
14. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO, Geneva, 2003. 149 c. [digital resource]. Available from: <http://whglobdoc.who.it/trs/WHO TRS 916.pdt>.
15. Holmberg S, Thelin A, Thelin N. Is there an increased risk of knee osteoarthritis among farmers? A population-based case-control study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009; 77 (5): 345-50. PMID: 15127209. DOI: 10.1007/s00420-004-0518-1
16. Mannoni A, Briganti M, Bari MD, Ferrucci L, Costanzo S, Serni U, Masotti G, Marchionni N.. Epidemiological profile of symptomatic osteoarthritis in older adults: a population based study in Dicomano, Italy. *Ann Rheum Dis*. 2009; 62 (6): 576-8. PMID: 12759299. PMID: PMC1754567
17. Povorozniuk VV, Grigorieva NV. On the role of nutrition in the development of knee osteoarthritis. *Gerontologija*. 2007; 8 (1): 26-30.
18. Rosin A. The long-term consequences of exposure to lead. *IMAG*. 2009; 11: 689-94.
19. Yong-Soo Choi. Patophysiology of degenerative disc disease. *Asian Spine J*. 2009; 3 (1): 39-44. PMID: 20404946. PMID: PMC2852042. DOI: 10.4184/asj.2009.3.1.39

УДК 616.7 – 036.3:613.27:614.7.

**РОЛЬ ДЕЯКИХ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ У ЗНИЖЦІ РИЗИКУ  
ФОРМУВАННЯ ЕКОБУМОВЛЕНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ**

**Білецька Е. М., Безуб О. В.**

**Резюме.** Захворювання опорно-рухової системи, особливо у людей середнього та похилого віку, є актуальною проблемою сьогодення. Дані аналізу гігієнічних досліджень у цьому напрямку і результати власних наукових досліджень свідчать про очевидність комплексного впливу на кісткову тканину людини антропогенного навантаження свинцем і дефіциту вживання кальцію та цинку із харчовими продуктами. Цей важкий метал навіть у низьких дозах здатен накопичуватися кістковою тканиною, витісняючи кальцій. Збільшення хімічного забруднення навколишнього середовища свинцем на тлі реєструємого дефіциту кальцію та цинку у продуктах харчування здатен спричинити зростання захворюваності опорно-рухової системи, особливо в осіб похилого віку.

Гігієнічні дослідження доводять, що гіпокальціємія в умовах хронічного низькодозового навантаження свинцем може спричинити розвиток остеопатій. Комбінована дія на кісткову тканину свинцем сумісно з цинком у органічній та неорганічній формі сприяє збереженню та збільшенню кількості кальцію. В той же час статистичний аналіз фактичного сумарного споживання харчових продуктів, що є основним джерелом цинку та кальцію населенням України, виявляє значну знижку вживання цих харчів, що необхідно врахувати при формуванні стратегії профілактики остеопатій.

**Ключові слова:** свинець, кісткова тканина, дефіцит кальцію, дефіцит цинку, остеопатії.

UDC 616.7-036.3:613.27:614.7

**The Role of some Macro- and Microelements in Reducing the Risk  
of Formation of Eco-conditioned Diseases of the Musculoskeletal System**

**Biletska E. N., Bezub O. V.**

**Abstract.** Diseases of the musculoskeletal system, especially in middle-aged and elderly people, are really problematic nowadays. Data from the analysis of hygienic research in this direction and the results of our own scientific research evidenced a complex effect of anthropogenic load of lead and a deficiency of calcium intake with food on human bone tissue. Chemical aggression of technogenic pollution of the environment, according to the experts, is the leading risk factor for population health. A systematic entry of contaminants in the related life-supporting environments – air, water, plant and animal food products by direct and indirect migration chains creates both integrated and combined effect on the body. Bone tissue has the highest cumulative properties in

the human body compared with many xenobiotics, in particular to heavy metals, among which lead is the leader in relationship to the bone tissue. This heavy metal even in low doses is able to accumulate bone tissue, displacing calcium. The increase in the chemical pollution of the environment by lead on the background of a recorded calcium deficiency in foodstuffs will contribute to an increase in the incidence of the musculoskeletal system, especially in older and middle-aged people.

As a result of researches it was established that low dosed effect of lead during subacute experience caused a significant decrease of calcium content in the bone tissue in comparison with those of control group of animals. This fact reduces its density and becomes a risk factor for the development of osteopenic and osteoporotic state of the organism. Combined effect of lead and organic and inorganic forms of zinc zeliably increased calcium content by 16.43% and 22.04% respectively, as compared with lead group, suggesting protective properties of zinc in lead intoxication due to the effect of bioantagonism. In the isolated introduction of organic and inorganic forms of zinc, calcium content in the bone tissue increased by 1.4 and 2.04 times respectively, as compared with the control group. The obtained results confirmed osteoprotective action of zinc, particularly of organic forms in lead intoxication and give reason to believe that in the system "lead – zinc" effect of biological antagonism was formed.

Hygienic studies proved that hypocalcemia, in conditions of chronic low-dose load of lead, could contribute to the development of osteopathy. Combined lead and zinc exposure to bone tissue in organic and inorganic form contributed to the preservation and significant increase in the amount of calcium. At the same time, a statistical analysis of the total consumption of food products, which are the main source of zinc and calcium, by children and adults in Ukraine, reveals a significant decrease in the use of these products.

The tendency to reduce calcium intake with food products, formed by objective and subjective assumptions on the background of increasing environmental pressure on the human body, will further promote the growth of the incidence of musculoskeletal system. Now hygienists and clinicians are faced with the task of developing and improving effective practical recommendations for the prevention of this pathology. The development, improvement and implementation of modern methods of prevention of osteopathy should be based on a complex of detailed medical and ecological research of the risk territory and actual nutrition of the population, taking into account the level of its micro- and macroelement imbalance.

In our opinion, the formation of a strategy for the prevention of osteopathy requires further in-depth study of the characteristics of bone metabolism under the influence of osteotropic environmental contaminants with simultaneous exposure to other risk factors.

**Keywords:** lead, bone tissue, calcium deficiency, zinc deficiency, osteopathy.

Стаття надійшла 21.04.2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування