

УДК 615.9:616-001:616-098:616-099

А. К. ШКВАРОК-ЛІСОВЕНКО

/Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна/

Обґрунтування доцільності моніторингу рівня свинцю у крові пацієнтів, які живуть з металевими уламками в тілі, на рівні первинної ланки: огляд керівництва Всесвітньої організації охорони здоров'я з клінічного ведення пацієнтів із впливом свинцю та публікацій Американського товариства гематології

Резюме

3 лютого 2022 року територія України щоденно потерпає від наземних та повітряних атак. Для населення країни – як того, що воює, так і цивільного – існує небезпека ураження уламками внаслідок мінно-вибухових травм. Ушкодження при цьому можуть залишатися поверхневими, зачіпати лише шкіру та підшкірну жирову клітковину, або ж бути глибокими, розташовуватися між судинами та внутрішніми органами, а також всередині них. У деяких випадках залишені фрагменти розташовані настільки глибоко або в таких анатомічно складних ділянках, що їх хірургічне видалення протипоказане, оскільки ризики переважають потенційну користь. На сьогодні під наглядом лікарів залишаються пацієнти, що вимушені жити з металевими уламками всередині тіла, без можливості ідентифікувати метал.

Азид свинцю та стифнат свинцю використовуються як ініціатори ланцюгових реакцій у боеприпасах, зокрема в мінометних снарядах, боеприпасах малого калібру та ракетах, а кулі на основі свинцю й досі широко застосовуються, тож для населення існує ризик розвитку сатурнізму за роки життя з такими елементами всередині тіла. Попри високі ризики ушкодження уламками, що містять свинець, з 2014 року, в Україні досі не існує рекомендацій щодо моніторингу рівня свинцю в крові. Виокремлення металевих уламків всередині тіла як фактора ризику розвитку сатурнізму та розробка рекомендацій щодо зазначеного моніторингу стало б важливим кроком для профілактики інтоксикації важкими металами.

Ключові слова: свинець, сатурнізм, отруєння свинцем, мінно-вибухова травма, металеві уламки.

Травми, пов'язані з війною, стають дедалі помітнішою проблемою в Європі. Окрім України, де з 2014 року тривають масштабні бойові дії, такі країни, як Польща, Румунія, Молдова, Естонія та Латвія, у період з 2022 по 2025 роки повідомляли про загрози безпеці цивільного населення через проникнення ракет класу «повітря-земля» та безпілотних літальних апаратів у їхній повітряний простір. Нині лікарні по всій Україні приймають пацієнтів, що були евакуйовані безпосередньо з активних зон бойових дій так званими «евакуаційними поїздами». Значна частка цих пацієнтів має вибухові травми та осколкові поранення. У деяких випадках залишені фрагменти розташовані настільки глибоко або в таких анатомічно складних ділянках, що хірургічне видалення протипоказане, оскільки ризики переважають потенційну користь.

Сучасна війна часто передбачає поєднання кількох механізмів ураження, що ускладнює для пацієнтів визначення точного джерела осколкових поранень. Азид свинцю та стифнат свинцю тривалий час використовуються як ініціатори ланцюгових реакцій у боеприпасах, зокрема в мінометних снарядах, боеприпасах малого калібру та ракетах, а кулі на основі свинцю й досі широко застосовуються [1, 2]. Попри це, ведення пацієнтів із залишеними металевими фрагментами або кулями залишається недостатньо вивченим. Систематичні огляди літератури свідчать про відсутність консенсусу щодо показань до спостереження, хелатної терапії чи хірургічного видалення [3]. Наразі

працівники охорони здоров'я в Україні мають справу зі значною кількістю осіб, які повертаються з фронту, полону та тимчасово окупованих територій із пораненнями, спричиненими зброєю, але досі немає розділу українських рекомендацій щодо ведення пацієнтів, які живуть з металевими уламками всередині тіла. Лікарі на разі спираються на світовий досвід, оскільки в іноземних рекомендаціях питання моніторингу показників у зазначених пацієнтів конкретизовано, зокрема у Керівництві Всесвітньої організації охорони здоров'я з клінічного ведення пацієнтів із впливом свинцю [4]. Залишені в організмі свинцеві фрагменти, зокрема вогнепальні кулі чи їхні осколки, можуть слугувати джерелом надходження свинцю в кров. До чинників підвищеного ризику належать тривалий контакт таких фрагментів із синовіальною, плевральною або спинномозковою рідиною, розташування снаряда поблизу кістки чи суглоба, а також наявність асоційованого перелому кістки, зокрема перелому таранної кістки [5–7]. Інтенсивність абсорбції зростає у випадках, коли снаряд фрагментований або є велика кількість кульок, оскільки це збільшує загальну площу поверхні, доступну для всмоктування [5–7]. Проміжок часу між моментом травми та підвищенням рівня свинцю в крові є вкрай варіабельним і, за даними опублікованих повідомлень, може становити від 3 місяців до понад 50 років [5]. Шкірне поглинання мінімальне для неорганічного свинцю та значно більше для його органічних сполук [8].



Рис. 1. Зв'язок субклінічних та клінічних ефектів з концентрацією свинцю в крові [4]

Керівництво Всесвітньої організації охорони здоров'я з клінічного ведення пацієнтів із впливом свинцю також підкреслює, що за хронічного впливу свинець переважно накопичується в кістковій тканині, яка слугує його довготривалим депо та є джерелом повторного надходження свинцю в кров, особливо в періоди підвищеного кісткового обміну або виведення свинцю з організму [4]. У дорослих понад 90 % загального вмісту свинцю в організмі зосереджено в кістках, а у дітей – понад 70 %. Свинець заміщує кальцій у гідроксиапатиті кістки та може вивільнятися в кров під час вагітності, лактації, менопаузи, гіпертиреозу, онкологічних захворювань кісток або іммобілізації після переломів (рис. 1). Накопичення свинцю в кістках триває приблизно до 50–60 років, після чого його рівень зменшується через вікові зміни обміну речовин, гормонального фону та харчування [4, 9, 10].

Концентрація свинцю в крові є найпоширенішим показником впливу, хоча вона становить лише близько 1 % від загального навантаження свинцю в організмі, решта знаходиться в м'яких тканинах

та кістках. Концентрація свинцю в крові відображає нещодавній екзогенний вплив та ендогенний перерозподіл свинцю з кісток [11].

Згідно з публікацією Американського товариства гематології (ASH) 2023 року, для пацієнтів із збереженими металевими фрагментами куль рекомендують такі інтервали моніторингу, залежно від вперше виявленого рівня свинцю у крові (PCK) (табл. 1):

- якщо PCK < 10 µg/dL – щорічний контроль (при постійному джерелі впливу);
- для PCK 10–29 µg/dL – повторний контроль кожні 3 місяці, доки рівень не знизиться < 10 µg/dL;
- для PCK > 30 µg/dL – перевірка кожного місяця [12].

При цьому хелатна терапія рекомендується пацієнтам з PCK > 80 мкг/дл та всім пацієнтам з PCK > 100 мкг/дл [12]. Описано використання димеркапто-сукцинової кислоти у пацієнтів із отруєнням свинцем після вогнепального поранення [13].

Небезпека інтоксикації свинцем не є проблемою, що фігурує лише протягом найближчого часу до моменту ураження. Описані випадки хронічної інтоксикації свинцем, що проявила себе клінічно після 20 років перебування уламків кулі у поперековій ділянці пацієнтки [14], випадок розвитку симптомів, що включали тремор верхніх та нижніх кінцівок, металевий присмак у роті, появу лінії Бертонна на яснах, стрімке схуднення та нудоту від затриманого фрагмента кулі в лівій щиколотці після вогнепального поранення, отриманого 13 років тому [15]. Описані також випадки ефективного скринінгу інтоксикації свинцем у пацієнтів молодого віку, що отримали множинні дрібні осколкові поранення внаслідок мінно-вибухових травм та не мали клінічних симптомів, проте рівень свинцю крові чітко вказував на наявність інтоксикації цим металом [16].

З огляду на те, що дія ураження, як пряма, так і непряма, із модернізацією сучасної зброї постійно зростає, а поширеність її використання – збільшується, кількість пацієнтів, що живуть із металевими уламками всередині

тіла, на жаль, також має тенденцію до збільшення. Оскільки пацієнти перебувають під постійним наглядом сімейного лікаря, і саме цей лікар передусім відповідальний за профілактику розвитку певних захворювань, а також запобігання їхнім ускладненням, логічним продовженням у догляді пацієнтів, що змушені жити з уламками всередині тіла, було би проведення скринінгу рівня свинцю крові, незалежного від віку цих пацієнтів. Для України це стало би можливістю для довгострокової перспективи збереження здоров'я і цивільного населення, і комбатантів.

Додаткова інформація. Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаної літератури

1. Mainiero C. Picatinny aims for green with new type of primary explosive. – 2014. – U.S. Army. Available from: https://www.army.mil/article/122127/picatinny_aims_for_green_with_new_type_of_primary_explosive
2. National Research Council. 1 Introduction. In Potential health risks to DOD firing-range personnel from recurrent lead exposure. The National Academies Press. – 2013. – Available from: <https://www.nationalacademies.org/read/18249/chapter/3#14>

Таблиця 1. Прояви токсичної дії свинцю на системи організму

Система організму	<10 мкг/дл	10–29 мкг/дл	30–69 мкг/дл	≥70–80 мкг/дл
Нервова система	Субклінічні когнітивні порушення, зниження концентрації уваги, дратівливість	Головний біль, порушення пам'яті, депресивні симптоми, тривожність, периферичні парестезії	Периферична нейропатія (перважно розгиначів), тремор, виражені когнітивні порушення	Енцефалопатія, судоми, делірій, кома
Система крові	Мінімальне пригнічення синтезу гемму	Легка норма- або мікроцитарна анемія, ретикулоцитоз	Виражена анемія, базофільна зернистість еритроцитів	Тяжка анемія, гемолиз
Травна система	Відсутні або неспецифічні	Зниження апетиту, періодична нудота	Абдомінальний біль («свинцева коліка»), нудота, блювання, закрепи	Неконтрольовані абдомінальні болі, кишкова непрохідність
Серцево-судинна система	Помірне підвищення артеріального тиску, значення в межах високого нормального тиску	Артеріальна гіпертензія I–II ступеня	Стійка гіпертензія II–III ступеня	Гіпертензивні кризи, ураження органів-мішеней
Сечовидільна система	Субклінічне зниження швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ)	Проксимальна тубулопатія, виражена протеїнурія	Хронічна тубуло-інтерстиціальна нефропатія	Гостре ураження нирок
Опорно-рухова система	Накопичення свинцю в кістках без симптомів	Міалгії, артралгії	Виражений біль у суглобах і кістках, зниження м'язової сили	Рабдоміоліз (рідко), тяжка м'язова слабкість
Репродуктивна система	Зниження фертильності (субклінічно)	Порушення сперматогенезу, порушення менструального циклу	Безпліддя, спонтанні аборти	Безпліддя та високий ризик внутрішньоутробної загибелі плода у разі вагітності
Ендокринна система	Порушення кальцієвого обміну	Дисфункція вітамін-D-залежного метаболізму	Посилена демінералізація кісток	Тяжкі метаболічні порушення, спонтанні переломи

- Retained bullets and lead toxicity: a systematic review / E. K. Kershner, N. Tobarran, A. Chambers [et al.] // *Clinical toxicology* (Philadelphia, Pa.), 2022. – Vol. 60 (10). – P. 1176–1186. DOI: 10.1080/15563650.2022.2116336
- WHO guideline for clinical management of exposure to lead [Internet]. Geneva: World Health Organization, 2021. – 04, Background. – Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK575285/?utm_source=chatgpt.com
- Severe Systemic Lead Toxicity Resulting From Extra-Articular Retained Shrapnel Presenting as Jaundice and Hepatitis: A Case Report and Review of the Literature / I. A. Grasso, M. R. Blattner, T. Short, J. W. Downs // *Military medicine*. – 2017. – Vol. 182 (3). – P. e1843–e1848. DOI: 0.7205/MILMED-D-16-00231
- Lead toxicity from retained bullet fragments: A systematic review and meta-analysis / A. Apte, K. Bradford, C. Dente, R. N. Smith // *The journal of trauma and acute care surgery* – 2019. – Vol. 87 (3). – P. 707–716. DOI: 10.1097/TA.0000000000002287
- Extra-Articular Retained Missiles; Is Surveillance of Lead Levels Needed? / W. N. Nickel, T. J. Steelman, Z. R. Sabath, B. K. Potter // *Military medicine*. – 2018. – Vol. 183 (3–4). – P. e107–e113. DOI: 0.1093/milmed/usx076
- Toxicological profile for lead. Atlanta (GA): Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Department of Health and Human Services. – 2020. – <https://www.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=96&tid=22>, accessed 31 August 2021.
- Integrated science assessment for lead. Washington (DC): Environmental Protection Agency; 2013 (EPA/600/R-10/075F). – <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-lead>, accessed 1 February 2021.
- Markowitz M. E. Immobilization-related lead toxicity in previously lead-poisoned children / M. E. Markowitz, H. L. Weinberger // *Pediatrics*. – 1990. – Vol. 86. – P. 455–457.
- Recommendations for medical management of adult lead exposure / M. Kosnett, R. P. Wedeen, S. J. Rothenberg [et al.] // *Environ Health Perspect*. – 2007. – Vol. 115 (3). – P. 463–471.
- Kumsi Sreedhar P. Lead Toxicity from Retained Bullet Fragments in Soft Tissue / P. Kumsi Sreedhar, S. Master // *Blood* – 2023. – Vol. 142 (Supplement 1). – P. 5325–5325. DOI: 10.1182/blood-2023-188138
- The treatment of lead poisoning from gunshot wounds with succimer (DMSA) / W. J. Meggs, F. Gerr, M. H. Aly [et al.] // *J Toxicol Clin Toxicol*. – 1994. – Vol. 32. – P. 377–385.
- Bustamante N. D. Retained Lumbar Bullet: A Case Report of Chronic Lead Toxicity and Review of the Literature / N. D. Bustamante, W. L. Macias-Konstantopoulos // *The Journal of emergency medicine*. – 2016. – Vol. 51 (1). – P. 45–49. DOI: 10.1016/j.jemermed.2016.02.025
- When Heavy Metals Weigh on the Mind: A Case Report of Neuropsychiatric Manifestations of Lead Toxicity From a Retained Bullet / C. Galindo, J. Ortiz, M. F. Angel [et al.] // *Cureus*. – 2025. – Vol. 17 (5). – P. e83574. DOI: 10.7759/cureus.83574
- Lead poisoning induced by gunshot injury with retained bullet fragments, QJM / J-S Yen, T-H Yen // *International Journal of Medicine*. – 2021. – Vol. 114, Issue 12. – P. 873–874. DOI: 10.1093/qjmed/hcab144

Summary

Justification of the feasibility of monitoring blood lead levels in patients living with metal fragments in the body at the primary care level: a review of the World Health Organization guidelines on the clinical management of patients with lead exposure and publications of the American Society of Hematology

A. K. Shkvarok-Lisovenko

O. O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Since February 2022, the territory of Ukraine has been suffering from ground and air attacks on a daily basis. The population of the country - both combatants and civilians - is at risk of being hit by fragments due to mine and explosive injuries. The damage can remain superficial, affecting only the skin and subcutaneous fat, or be deep, located between vessels and internal organs, as well as inside them. In some cases, the fragments left behind are so deep or in such anatomically complex areas that their surgical removal is contraindicated, as the risks outweigh the potential benefits. Today, patients who are forced to live with metal fragments inside the body, without the ability to identify the metal, remain under the supervision of doctors.

Lead azide and lead styphnate are used as initiators of chain reactions in ammunition, including mortar shells, small-caliber ammunition and rockets, and lead-based bullets are still widely used, so the population is at risk of developing saturnism over the years of living with such elements inside the body. Despite the high risks of injury from lead-containing fragments, since 2014, there have still been no recommendations in Ukraine for monitoring blood lead levels. Identifying metal fragments inside the body as a risk factor for the development of saturnism and developing recommendations for this monitoring would be an important step in the prevention of heavy metal intoxication.

Key words: lead, saturnism, lead poisoning, mine-blast injury, metal fragments

Стаття надійшла в редакцію: 14.01.2026
Стаття пройшла рецензування: 21.01.2026
Стаття прийнята до друку: 28.01.2026

Received: 14.01.2026
Reviewed: 21.01.2026
Published: 28.01.2026