https://medpr.imp.lodz.pl
https://doi.org/10.13075/mp.5893.01667
PRACA PRZEGLĄDOWA

ZMIANY NORMATYWÓW HIGIENICZNYCH DLA OŁOWIU W KONTEKŚCIE NARAŻENIA PRACOWNIKÓW STRZELNIC ZAMKNIĘTYCH

CHANGES IN HYGIENE STANDARDS FOR LEAD IN THE CONTEXT OF INDOOR SHOOTING RANGE WORKERS EXPOSURE

Adam Daragó[1], Anna Kilanowicz[1], Joanna Jurewicz[2], Michał Klimczak[1]

[1] Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland
Katedra i Zakład Toksykologii / Chair and Department of Toxicology

[2] Instytut Medycyny Pracy im. prof. dr med. Jerzego Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Bezpieczeństwa Chemicznego / Department of Chemical Safety

Informacje kluczowe

- Strzelnice zamknięte stanowią istotne źródło zawodowego narażenia na ołów.
- Ołów nie jest rutynowo identyfikowany jako czynnik szkodliwy na strzelnicach.
- Zgodnie z dyrektywą UE nastąpi istotne obniżenie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (2026 r.) i dopuszczalnego stężenia biologicznego (2029 r.) dla ołowiu.
- Wskazane jest opracowanie wytycznych i przepisów dotyczących narażenia na ołów na strzelnicach.

Highlights

- Indoor shooting ranges are a significant source of occupational lead exposure.
- Lead is not routinely identified as a harmful agent at shooting ranges.
- In accordance with the EU directive, there will be a significant decline in the occupational exposure limit and biological limit values for lead in the years 2026 and 2029, respectively.
- Developing guidelines and regulations regarding lead exposure at shooting ranges is recommended.

Streszczenie

W Polsce i w większości państw Europy od wielu lat odnotowuje się znaczący wzrost liczby strzelnic zamkniętych, co jest równoznaczne ze wzrostem liczby osób potencjalnie narażonych na działanie ołowiu (zarówno pracowników, jak i użytkowników). W ostatnich latach zwracano uwagę, że kontakt z tym pierwiastkiem stanowi istotne zagrożenie zdrowotne zarówno dla osób zawodowo korzystających ze strzelnic zamkniętych, takich jak funkcjonariusze służb mundurowych, instruktorzy, pracownicy strzelnic, jak i dla ich okazjonalnych użytkowników. Ekspozycja na ołów prowadzi do zwiększenia stężenia tego pierwiastka we krwi, co wiąże się z ryzykiem poważnych skutków zdrowotnych, głównie ze strony układu krwiotwórczego i obwodowego układu nerwowego. Strzelnice zamknięte stanowią istotne źródło zawodowego narażenia na ołów dla pracowników i użytkowników głównie drogą inhalacyjną. Dostępne dane literaturowe wskazują na ryzyko zdrowotne wynikające z pracy w tych obiektach związane głównie z przewlekłymi skutkami zatrucia ołowiem. Chociaż ołów jest objęty regulacjami w przemyśle, to nie jest rutynowo identyfikowany jako czynnik szkodliwy na strzelnicach, co skutkuje brakiem prowadzenia pomiarów jego stężeń w powietrzu i we krwi. Celem pracy była ocena obecnych regulacji prawnych dotyczących narażenia na ołów w środowisku pracy w aspekcie narażenia pracowników strzelnic zamkniętych. Dokonano w niej analizy i podsumowania obowiązujących przepisów odnoszących się do zawodowej oceny narażenia na ołów oraz piśmiennictwa dotyczącego potencjalnego narażenia na ołów w strzelnicach zamkniętych. W związku z dyrektywą UE 2024/869 obniżającą wartości zarówno najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS), jak i dopuszczalnego stężenia biologicznego (DSB) dla ołowiu konieczne wydaje się opracowanie wytycznych i przepisów normujących narażenie pracowników strzelnic zamkniętych na ołów, podobnie jak w Stanach Zjednoczonych. Brak działań w zakresie identyfikacji i ograniczania narażenia na ołów w strzelnicach zamkniętych może prowadzić do wzrostu liczby przypadków chorób zawodowych, co stanowi istotne wyzwanie zarówno dla pracodawców, jak i dla systemu ochrony zdrowia. Med Pr Work Health Saf. 2025;76(6):499–508

Słowa kluczowe: narażenie, NDS, ołów, strzelnice, DSB, instruktorzy strzelectwa

Finansowanie / Funding: publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa II", nr projektu NdS-II/SP/0531/2023/01, kwota dofinansowania 1 000 000 zł, całkowita wartość projektu 1 000 000 zł.

Abstract

A significant increase in the number of indoor shooting ranges for many years in Poland and most European countries is connected with a raising number of people potentially exposed to lead (both employees and users). In recent years, it has been noted that lead exposure poses a significant health risk to both those who professionally use indoor shooting ranges, such as services officers, instructors, and shooting range staff, as well as occasional users. Exposure to lead increased its blood concentrations, which is associated with the risk of serious health effects, primarily affecting the hematopoietic system and the peripheral nervous system. Indoor shooting ranges constitute a significant source of occupational lead exposure for employees and users, primarily through inhalation. Available literature indicates existing health risks associated with working at these facilities, primarily related to the chronic effects of lead poisoning. Lead, although regulated by industry, is not routinely identified as a harmful agent at shooting ranges, resulting in a lack of measurements of lead concentrations in air and blood. The aim of this study was to assess current legal regulations regarding occupational lead exposure in the workplace in relation to exposure of employees at indoor shooting ranges. This study analyzed and summarized the current regulations regarding occupational lead exposure assessment and the literature regarding potential lead exposure at indoor shooting ranges. Due to EU Directive 2024/869 lowering the occupational exposure limit (OEL) and biological limit values (BLV) for lead, it appears necessary to develop guidelines and regulations regulating the exposure of employees at indoor shooting ranges to lead, similar to that in the United States. Lack of identification and reduction of lead exposure at indoor shooting ranges may lead to an increase in occupational disease cases, which poses a significant challenge for both employers and the healthcare system. Med Pr Work Health Saf. 2025;76(6):499–508

Key words: exposure, OEL, lead, shooting ranges, BLV, shooting instructors

Autor do korespondencji / Corresponding author: Adam Daragó, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Katedra i Zakład Toksykologii, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź, e-mail: adam.darago@umed.lodz.pl
Nadesłano: 16 lipca 2025, zatwierdzono: 23 października 2025

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się stały wzrost zainteresowania strzelectwem, czego skutkiem jest wzrost liczby strzelnic i wynikające z niego zwiększenie liczby osób potencjalnie narażonych na ołów w tych obiektach (zarówno ich pracowników, jak i użytkowników). W samych tylko Stanach Zjednoczonych (United States of America – USA) istnieje 16 000–18 000 krytych strzelnic, które zatrudniają dziesiątki tysięcy pracowników [1].

Również w państwach Unii Europejskiej (UE), w tym w Polsce, zainteresowanie strzelectwem systematycznie rośnie i zwiększa się liczba osób zatrudnionych w strzelnicach. Szacuje się, że w Europie jest ok. 80 tys. strzelnic otwartych lub zamkniętych [2]. W Polsce ich szacowana liczba wynosi >460 i stale rośnie, czemu sprzyja m.in. popularyzacja przez państwo strzelectwa poprzez takie programy jak „Strzelnica w powiecie" – dofinansowanie budowy lub remontu strzelnic przez Ministerstwo Obrony Narodowej [3]. Ponadto coraz więcej osób traktuje strzelectwo jako jedną z aktywności fizycznych. Tak szybka jego popularyzacja niesie za sobą znaczący wzrost liczby zarówno osób zatrudnionych w strzelnicach, jak i ich użytkowników.

Jednym z głównych czynników szkodliwych, jakie występują w tych obiektach, są – oprócz hałasu – czynniki chemiczne, w tym szczególnie związki ołowiu. Narażenie na ołów w strzelnicach zamkniętych wynika ze stosowania pocisków, które są w większości ołowiane. Ponadto duże ilości tego metalu znajdują się w spłonce (w postaci azydku ołowiu lub styfninianu ołowiu), która spala się w lufie broni palnej, aby zapewnić napęd dla pocisku [4,5]. Skutkiem strzelania jest zatem obecność w powietrzu strzelnic ołowiu w postaci cząstek, pyłu i par. Stąd też główną drogą narażenia na ołów w tych obiektach jest droga inhalacyjna (nie tylko podczas strzelania, ale również w trakcie czyszczenia kulochwytów). Dodatkowym źródłem narażenia są osadzające się na skórze rąk czy ubraniach cząstki zawierające ołów, które mogą zostać nieumyślnie połknięte [6,7].

W wielu badaniach wykazano, że narażenie na ołów podczas treningu strzeleckiego stanowi istotne zagrożenie zdrowotne zarówno dla osób zawodowo korzystających ze strzelnic zamkniętych, tj. przedstawicieli służb mundurowych, pracowników ochrony fizycznej, instruktorów i osób z obsługi technicznej, jak i dla innych użytkowników. Narażenie to prowadzi do zwiększenia stężenia ołowiu we krwi i wiąże się z ryzykiem poważnych skutków zdrowotnych [8–11]. W ostatnich latach u pracowników strzelnic wzrosła liczba przypadków zatruć ołowiem, które objawiały się m.in. parestezjami, wzrostem ciśnienia tętniczego, bólami brzucha i zmęczeniem [7,12,13]. Również w Polsce u osób pracujących w takich obiektach odnotowano przypadki ostrych zatruć ołowiem [14], które oprócz symptomów nieswoistych, takich jak bóle głowy i brzucha, ogólne osłabienie, problemy z pamięcią i zmiany nastroju, powodowały również objawy ze strony układu nerwowego, zarówno ośrodkowego (encefalopatia ołowicza), jak i obwodowego (apraksja – niezdolność do wykonywania bardziej skomplikowanych, złożonych czynności ruchowych).

Mimo ciągłego wzrostu zainteresowania strzelectwem oraz zwiększającej się liczby strzelnic zarówno

w Polsce, jak i UE, nie ma rzetelnych informacji na temat zagrożeń występujących w tych obiektach, co skutkuje brakiem zaleceń dotyczących bezpieczeństwa pracy w tego typu miejscach. Chociaż amerykański Narodowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (The National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH) opracował wytyczne dotyczące ochrony zdrowia osób związanych ze strzelnicami zamkniętymi, to obejmują one tylko kwestie bezpieczeństwa oraz ryzyka zdrowotnego wynikającego z narażenia jedynie na ołów i hałas [15]. Identyfikacja zagrożeń jest pierwszym krokiem w procesie zarządzania ryzykiem, a jej brak skutkuje niewdrożeniem i niezalecaniem środków zapobiegawczych przeciwko skutkom szkodliwym w miejscu pracy. Amerykańska Administracja ds. Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (Occupational Safety and Health Administration – OSHA) uznaje brak identyfikacji wszystkich istotnych zagrożeń za jedną z „głównych przyczyn" urazów, chorób i wypadków w miejscu pracy, podkreślając, że ten proces jest głównym elementem każdego skutecznego programu bezpieczeństwa i higieny pracy [16].

W celu ochrony pracowników przed narażeniem na szkodliwe czynniki chemiczne w środowisku pracy ustala się najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) danego czynnika w powietrzu na stanowiskach pracy i dopuszczalne stężenia substancji chemicznych w materiale biologicznym (dopuszczalne stężenie biologiczne – DSB). Najwyższe dopuszczalne stężenie jest to średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie jego zdrowia ani w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń. Z kolei DSB oznacza wartość graniczną stężenia danego czynnika, jego metabolitu lub wskaźnika skutku w odpowiednim środowisku biologicznym [17].

Wartości NDS i DSB są ustalane przez organy regulacyjne na szczeblu unijnym i krajowym z uwzględnieniem dostępnych informacji oraz aktualnych danych dotyczących zagrożeń stwarzanych przez daną substancję w wyniku krótko- i długotrwałego narażenia, zwłaszcza w odniesieniu do działania rakotwórczego i mutagennego oraz do toksycznego wpływu na rozrodczość [18].

Cel pracy

Celem pracy była ocena obecnych regulacji prawnych dotyczących narażenia na ołów w środowisku pracy w aspekcie narażenia pracowników strzelnic zamkniętych.

METODY PRZEGLĄDU

W pracy dokonano analizy i podsumowania obowiązujących przepisów dotyczących zawodowej oceny narażenia na ołów, uwzględniając regulacje prawne w Polsce, UE i USA. Następnie dokonano analizy piśmiennictwa dotyczącego potencjalnego narażenia na ołów w strzelnicach zamkniętych. Szczególną uwagę zwrócono na stężenia ołowiu w powietrzu tych obiektów i we krwi strzelców. W tym celu przeszukano bazy danych National Library of Medicine (w tym PubMed), Scopus i Google Scholar, korzystając ze słów kluczowych w jęz. polskim i angielskim: „ołów w powietrzu", „ołów we krwi", „strzelnica" i „narażenie na ołów". Dokonano również przeglądu piśmiennictwa cytowanego w artykułach wybranych do analizy.

WYNIKI PRZEGLĄDU

Ocena narażenia zawodowego na ołów w Unii Europejskiej i w Polsce

Problem zawodowego narażenia na ołów w różnych gałęziach przemysłu (np. w poligrafii lub produkcji akumulatorów i pigmentów) jest bardzo szeroko opisany i podlega odpowiednim regulacjom prawnym chroniącym zdrowie pracowników. W przypadku strzelnic zamkniętych brakuje jednak takich informacji z uwagi na to, że ołów nie jest w nich identyfikowany jako czynnik stanowiący zagrożenie przy ocenie ryzyka zawodowego, a przez to nie jest mierzony ani w powietrzu środowiska pracy, ani w materiale biologicznym.

Obecnie w Polsce obowiązuje wartość NDS dla ołowiu i jego związków nieorganicznych (frakcja wdychalna) wynosząca 0,05 mg/m^3 [19]. W państwach członkowskich UE obowiązującą obecnie wartością wiążącą dla związków ołowiu w powietrzu jest natomiast 0,15 mg/m^3. Należy jednak pamiętać, że zgodnie z Dyrektywą 2024/869 z dnia 13 marca 2024 r. od 10 kwietnia 2026 r. zostanie ona obniżona do 0,03 mg/m^3 [20].

Dane gromadzone przez Główny Inspektorat Sanitarny obrazują zmniejszającą się liczbę pracowników pracujących w narażeniu na ołów ogółem w warunkach powyżej wartości NDS, tj. >0,05 mg/m^3. W latach 2011 i 2012 było to, odpowiednio, 2676 i 2569 osób. W przypadku narażenia w przedziale >0,5 NDS–NDS mierzonego na stanowisku pracy pracowało 1736 (2011 r.) i 1929 (2012 r.) osób. Z kolei 3696 pracowników w 2011 r. i 3497 w 2012 r. wykonywało pracę na stanowiskach przy narażeniu na ołów w przedziale >0,1 NDS–0,5 NDS. W przypadku lat 2022 i 2023 liczba osób pracujących >NDS wynosiła, odpowiednio, 1451 i 1267 osób. Zmniejszeniu, w porów-

naniu z latami 2011–2012, uległa również liczba osób pracujących >0,5 NDS–NDS oraz >0,1 NDS–0,5 NDS i wynosiła ona, odpowiednio, 1047 (2022 r.) i 869 (2023 r.) oraz 2349 (2022 r.) i 2413 (2023 r.) [21]. Dane te nie uwzględniają w ogóle pracowników zatrudnionych w strzelnicach zamkniętych, których liczba sukcesywnie wzrasta.

W przypadku oceny narażenia na związki ołowiu, oprócz pomiarów w powietrzu środowiska pracy, obowiązkowo prowadzi się monitoring biologiczny – oznaczanie u pracowników stężenia ołowiu we krwi (*blood lead level* – BLL). Obecnie w państwach UE dopuszczalne stężenie ołowiu w materiale biologicznym (wartość DSB) wynosi 70 μg/100 ml krwi, a w Polsce – 50 μg/100 ml krwi [22,23]. Określanie BLL u osób narażonych zawodowo, u których nie obserwuje się skutków zdrowotnych narażenia w ciągu wielu lat pracy, ma podstawowe znaczenie dla możliwości ustalenia wartości NDS dla ołowiu i jego związków nieorganicznych w powietrzu środowiska pracy. Wieloletnie obserwacje populacji narażonych zawodowo wskazują, że BLL są o wiele silniej związane ze skutkami narażenia na ołów niż jego stężenia w powietrzu środowiska pracy [24]. W państwach UE obowiązuje wykonywanie oznaczeń ołowiu we krwi [22].

Zgodnie jednak z Dyrektywą 2024/869 z dnia 13 marca 2024 r. zmieniającą dyrektywę 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i dyrektywę Rady 98/24/WE w odniesieniu do monitoringu biologicznego [20] obowiązujące wartości wiążące dla ołowiu we krwi zostaną istotnie zmniejszone w kolejnych latach. Od 10 kwietnia 2026 r. wartością wiążącą będzie 30 μg/100 ml krwi. W przypadku pracowników, u których BLL przekroczy tę wartość w przypadku narażenia, do którego doszło przed dniem 9 kwietnia 2026 r., ale jest <70 μg/100 ml krwi, przeprowadza się jednak regularne badania medyczne. Jeżeli u tych pracowników stwierdzi się tendencję spadkową stężenia w kierunku wartości dopuszczalnej 30 μg/100 ml krwi, można im zezwolić na dalszą pracę wiążącą się z narażeniem na działanie ołowiu.

Od dnia 1 stycznia 2029 r. wiążąca wartość DSB będzie natomiast wynosić 15 μg/100 ml krwi. W przypadku pracowników, u których BLL przekracza wartość DSB wynoszącą 15 μg/100 ml krwi w wyniku narażenia, do którego doszło przed 9 kwietnia 2026 r., ale wynosi <30 μg/100 ml krwi, przeprowadza się regularne badania medyczne. Jeżeli stwierdzi się u nich tendencję spadkową w kierunku wartości dopuszczalnej 15 μg/100 ml krwi, można im zezwolić na dalszą pracę wiążącą się z narażeniem na działanie ołowiu [20].

Ponadto w Polsce w ocenie narażenia na ołów zaleca się stosowanie także innych biomarkerów, m.in. aktywności dehydratazy kwasu 4-aminolewulinowego we krwi, stężenia kwasu 4-aminolewulinowego w moczu czy stężenia protoporfiryn cynkowych [25]. Zgodnie z propozycją zawartą w dyrektywie 2024/869 [20], po dniu 9 kwietnia 2026 r. badania medyczne (kontrolę zdrowia) przeprowadza się, jeżeli narażenie na stężenie ołowiu w powietrzu wynosi >0,015 mg/m^3, obliczane jako średnia ważona w czasie 40 godz./tydzień, lub gdy u poszczególnych pracowników stwierdzono przez pomiar BLL >9 μg/100 ml krwi. Badania medyczne przeprowadza się również w odniesieniu do pracownic w wieku rozrodczym, u których BLL wynosi >4,5 μg/100 ml krwi, lub do krajowej wartości odniesienia dla populacji ogólnej, u której nie występuje zawodowe narażenie na działanie ołowiu, o ile taka wartość istnieje [20]. W Polsce wartość referencyjna dla ołowiu w populacji ogólnej nie została wyznaczona, co oznacza, że istnieje konieczność dostosowania się do wartości zaproponowanej przez Parlament Europejski.

W ostatnim czasie nastąpiła zmiana i rozszerzenie zakresu dyrektywy 2004/37/WE [26] dotyczącej ochrony pracowników przed narażeniem na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów w miejscu pracy o substancje reprotoksyczne. Do celów dyrektywy substancję reprotoksyczną określa się jako substancję lub mieszaninę, która spełnia kryteria klasyfikacji jako czynnik działający szkodliwie na rozrodczość kategorii 1A lub 1B (Repr. 1A lub Repr. 1B), określony w załączniku I do rozporządzenia (WE) nr 1272/2008 [26,27]. Ołów i jego związki nieorganiczne są głównymi substancjami reprotoksycznymi w środowisku pracy, które mogą wywierać niekorzystny wpływ zarówno na płodność, jak i na rozwój płodu, a także spełniają kryteria klasyfikacji jako substancje działające szkodliwie na rozrodczość kategorii 1A zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 [27], a zatem są substancjami reprotoksycznymi zdefiniowanymi w art. 2 lit. ba) dyrektywy 2004/37/WE [26]. Ponadto w kolumnie notacji w załączniku III do tej dyrektywy ołów został oznaczony jako „nieprogowa substancja reprotoksyczna", co oznacza, że nie można naukowo określić poziomu, poniżej którego narażenie na działanie ołowiu i jego związków nieorganicznych byłoby bezpieczne dla rozwoju potomstwa pracownic w wieku rozrodczym [26,27].

Wartości normatywów higienicznych w pozostałych krajach

W tabeli 1 zebrano i przedstawiono wartości normatywów dla ołowiu w różnych krajach. W przypadku Wielkiej Brytanii wartość ta dla ołowiu w powietrzu środowiska pracy wynosi 0,15 mg/m^3, a wartość DSB –

Tabela 1. Obowiązujące wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS), najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) i dopuszczalnego stężenia biologicznego (DSB) dla ołowiu i jego związków nieorganicznych w wybranych państwach i organizacjach [28–30]
Table 1. Binding occupational exposure limit (OEL), short-term exposure limit (STEL) and biological limit value (BLV) for lead and its inorganic compounds in selected countries and organizations [28–30]

Państwo / Organizacja Country / Organization	NDS OEL [mg/m³]	NDSCh STEL [mg/m³]	DSB ołowiu we krwi Blood lead BLV
Finlandia / Finland	0,1	–	1,4 µmol/l (29 µg/100 ml)
Holandia / Netherlands	0,15 (I)	–	70 µg/100 ml
Łotwa / Latvia	0,005	0,01	40 µg/100 ml
Norwegia / Norway	0,05	–	0,5 µmol/l (kobiety w okresie rozrodczym / women of childbearing age) 1,5 µmol/l (inni pracownicy / other workers)
Polska / Poland	0,05	–	50 µg/100 ml
Szwajcaria / Switzerland	0,1 (I)	0,8 (I)	–
Szwecja / Sweden	0,1 (I) 0,05 (R)	–	<1,5 µmol/l (31,1 µg/100 ml) (mężczyźni i kobiety >50 r.ż. / men and women >50 years old) <0,5 µmol/l (10,4 µg/100 ml) (kobiety <50 r.ż. / women <50 years old)
Węgry / Hungary	0,15 (I) 0,05 (R)	0,6 (I) 0,2 (R)	40 µg/100 ml 300 µg/100 ml (kobiety <45 r.ż. / women <45 years old)
Zjednoczone Królestwo / / United Kingdom	0,15	1	60 µg/100 ml (mężczyźni / men) 30 µg/100 ml (kobiety / women)
Stany Zjednoczone / USA			
NIOSH	0,05 (pył całkowity / / total dust)	–	–
OSHA	0,05 (pył całkowity / / total dust)	–	–
ACGIH	0,05	–	–
Unia Europejska / European Union	0,03 (I)	–	30 µg/100 ml
Niemcy / Germany			
AGS	0,05	–	150 µg/100 ml (bez kobiet w wieku rozrodczym / not valid for women in childbearing age)

ACGIH – Amerykańska Konferencja Rządowych Higienistów Przemysłowych / American Conference of Governmental Industrial Hygienists,
AGS – Komitet ds. Substancji Niebezpiecznych / Ausschuss für Gefahrstoffe, NIOSH – Narodowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy / National Institute for Occupational Safety and Health, OSHA – Administracja ds. Bezpieczeństwa i Higieny Pracy / Occupational Safety and Health Administration.
I – frakcja wdychalna / inhalable fraction, R – frakcja respirabilna / respirable fraction.
„–" – nie ustalono wartości / no value determinated.

60 µg/100 ml krwi dla mężczyzn i 30 µg/100 ml krwi dla kobiet. Z kolei w USA Amerykańska Konferencja Rządowych Higienistów Przemysłowych (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH) [28–30] ustaliła wartość dopuszczalną w powietrzu na stanowiskach pracy na 0,05 mg/m³ oraz 20 µg/100 ml krwi.

Narażenie na ołów w strzelnicach zamkniętych

Wiele badań wykazało, że narażenie na ołów podczas treningu strzeleckiego stanowi główne zagrożenie zdrowotne strzelców oraz prowadzi do zwiększenia BLL i związanych z tym skutków zdrowotnych [8–11]. Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że w ostatnich latach zwiększa się liczba przypadków przewlekłych zatruć ołowiem u pracowników strzelnic. U osób tych BLL wynosiły 43–82 µg/100 ml [7,12,13].

Większość dostępnych w światowym piśmiennictwie prac dotyczy pomiaru emisji ołowiu podczas strzelania w specjalnie do tego celu skonstruowanych komorach o ograniczonej objętości i przy braku wentylacji. Pomiary takie nie są jednak w stanie przedstawić fak-

Tabela 2. Stężenia ołowiu w powietrzu strzelnic zamkniętych w Europie [32–35]
Table 2. Lead concentrations in the air of indoor shooting ranges in Europe [32–35]

Państwo Country	Stężenie ołowiu Lead concentration	Piśmiennictwo References
Belgia / Belgium	M = 5,06 mg/m^{3}[a]	35
Czechy / Czech Republic	amunicja standardowa / standard ammunition: M = 0,072 mg/m^3 amunicja "nontoxic" / "nontoxic" ammunition: M = 0,002 mg/m^{3}[b]	33
Polska / Poland	M±SD 0,37±0,40 mg/m^{3}[c]	34
Szwecja / Sweden	broń prochowa / powder gun: M = 0,66 mg/m^3 (zakres / range: 0,112–2,238 mg/m^3) broń pneumatyczna / air gun: M = 0,005 mg/m^3 (zakres / range: 0,002–0,007 mg/m^3)	32

[a] Szczytowe stężenie / Peak concentration.
[b] Amunicja z nietoksycznymi produktami spalania / Ammunition with non-toxic combustion products.
[c] Dozymetria indywidualna – instruktorzy / Individual dosimetry – instructors.

tycznego narażenia strzelców na ołów, a wskazują jedynie na główne (i możliwe) związki powstające podczas spalania prochu przy wystrzale. Jedynie w pracy Voie i wsp. [31] dokonano pobrania prób w strefie oddechowej strzelca podczas oddawania strzałów, co można uznać za faktyczny poziom narażenia. Zmierzone stężenia ołowiu podczas strzelania z broni długiej w pozycji leżącej wynosiły M±SD 0,3±0,4 mg/m^3.

Dane dotyczące stężeń ołowiu w powietrzu strzelnic zamkniętych w państwach UE są bardzo ograniczone (tabela 2) i wahają się w bardzo szerokim zakresie od kilku mikrogramów [32,33], przez kilkaset mikrogramów [32,34], do >5 mg/m^3 [35]. Szeroki zakres raportowanych stężeń ołowiu w powietrzu pokrywa się z danymi uzyskanymi przez innych autorów na świecie, w tym w USA, gdzie w latach 1987–1993 odnotowano średnie stężenia ołowiu w powietrzu strzelnic zamkniętych w przedziale 0,003–3,226 mg/m^3 [36], czy w Korei, gdzie w zależności od miejsca pomiaru mieściły się w średnim zakresie 0,029–3,494 mg/m^3 [37].

Należy podkreślić, że narażenie na ołów występuje nie tylko u strzelców, ale również u osób biorących udział w sprzątaniu strzelnic lub zbieraniu łusek, pocisków lub śrutu. Badania tych obiektów, głównie zamkniętych, wykazały, że narażenie na ołów w takich miejscach może skutkować problemami zdrowotnymi, zwłaszcza wśród pracowników, instruktorów i strzelców. Wskazują na to wyniki oznaczeń ołowiu we krwi opublikowane przez nielicznych autorów prac z terenu Europy, co przedstawiono w tabeli 3.

Jak wynika z tej tabeli, chociaż dotychczasowe badania przeprowadzono z udziałem małych grup uczestników, to stwierdzone u nich stężenia ołowiu mogą wskazywać na potencjalne ryzyko zdrowotne. Świadczą o tym wartości przekraczające zarówno obowiązujące w Polsce wartości DSB (50 µg/100 ml krwi), jak i nowe wiążące wartości w UE: do końca 2028 r. – 30 µg/100 ml krwi, a od 2029 r. – 15 µg/100 ml krwi [22,23].

Jak już wspomniano, jedynym państwem, w którym opracowano wytyczne dotyczące ochrony przed szkodliwym wpływem ołowiu na zdrowie w strzelnicach zamkniętych, są USA [48]. Jak wynika z tabeli 1, normy obowiązujące w USA dotyczące stężenia ołowiu w powietrzu nie odbiegają od obecnie obowiązujących w Europie, ale wartości DSB są znacząco niższe niż te obowiązujące w Europie (40 µg/100 ml krwi – OSHA i 30 µg/100 ml krwi – ACGIH) [30,48]. Normy OSHA dotyczące ołowiu wymagają, aby instruktorzy strzelectwa i pracownicy strzelnic zostali odsunięci od narażenia na ołów, gdy BLL wynosi ≥60 µg/100 ml krwi, a pozwala im się na powrót do pracy, gdy ich BLL wynosi <40 µg/100 ml krwi [49]. Dodatkowo Rada Epidemiologów Krajowych i Okręgowych (Council of State and Territorial Epidemiologists – CSTE), która jest organizacją zrzeszającą epidemiologów oraz ekspertów zdrowia publicznego w USA, wystąpiła z następującymi zaleceniami działania dla różnych BLL u dorosłych w zakresie [50]:

- 5–9 µg/100 ml – omówienie zagrożeń dla zdrowia, zminimalizowanie ekspozycji, rozważenie usunięcia z narażenia w przypadku ciężarnych i niektórych uwarunkowań medycznych osób narażonych, zalecane jest dalsze monitorowanie BLL;
- 10–19 µg/100 ml – zmniejszenie narażenia, odsunięcie od narażenia w przypadku kobiet w ciąży, rozważenie odsunięcia w przypadku pewnych stanów chorobowych lub BLL >10 µg/100 ml przez dłuższy okres, monitorowanie BLL;
- 20–29 µg/100 ml – usunięcie z ekspozycji w przypadku kobiet w ciąży, usunięcie narażenia, jeśli powtórne badanie BLL w ciągu 4 tygodni pozostaje >20 µg/100 ml, zalecane coroczne badanie lekarskie pod względem ołowiu;

Tabela 3. Stężenia ołowiu we krwi u pracowników i użytkowników strzelnic w Europie [32,34,38–47]
Table 3. Blood lead levels in employees and users of shooting ranges in Europe [32,34,38–47]

Państwo Country	Stężenie ołowiu we krwi Blood lead level	Piśmiennictwo Reference
Belgia / Belgium	instruktorzy strzelectwa / shooting instructors (N = 4): M±SD 11,74±18,03 μg/100 ml policjanci / policemen (N = 10): M±SD 1,39±0,6 μg/100 ml	38
Finlandia / Finland	strzelcy / shooters (N = 20): M±SD 10,8±8,3 μg/100 ml	39
Niemcy / Germany	strzelcy / shooters (N = 129): M = 9,2 μg/100 ml (zakres / range: 2,7–52,1 μg/100 ml)	40
	strzelcy rekreacyjni / recreational shooters (N = 7): M = 29,0 μg/100 ml (zakres / range: 24–45 μg/100 ml)	41
	strzelcy / shooters – o niskim stopniu narażenia[a] / low exposure[a] (N = 94): M = 1,2 μg/100 ml (zakres / range: 0,6–4,9 μg/100 ml) – o wysokim stopniu narażenia[b] / high exposure[b] (N = 53): M = 1,6 μg/100 ml (zakres / range: 0,7–6,8 μg/100 ml)	42
Polska / Poland	czas spędzony na strzelnicy / time spent at the shooting range – <10 godz./tydzień / <10 h/week (N = 17): M±SD 1,2±0,7 μg/100 ml – 10–20 godz./tydzień / 10–20 h/week (N = 13): M±SD 11,5±4,9 μg/100 ml – >20 godz./tydzień / >20 h/week (N = 15): M±SD 28,1±6,2 μg/100 ml	34
Szwecja / Sweden	strzelcy / shooters (N = 22): M = 13,8 μg/100 ml (zakres / range: 6,9–28,8 μg/100 ml)	32
	policjanci / policemen (N = 75): M = 5,0 μg/100 ml (zakres / range: 1,0–18,2 μg/100 ml)	43
Włochy / Italy	instruktorzy strzelectwa / shooting instructors (N = 188): M±SD 8,5±7,6 μg/100 ml	47
Zjednoczone Królestwo / / United Kingdom	żołnierze / soldiers (N = 292): M = 19,3 μg/100 ml (zakres / range: 9,6–30,1 μg/100 ml)	44
	policyjni instruktorzy strzelectwa / police shooting instructors (N = 7): M±SD 43,5±62 μg/100 ml (zakres / range: 33,1–49,7 μg/100 ml)	45
	strzelec / shooter (N = 1): M = 43,5 μg/100 ml	46

[a] Strzelanie do 5 razy/rok / Shooting up to 5 times/year.
[b] Strzelanie >15 razy/rok / Shooting >15 times/year.

- 30–49 μg/100 ml – usunięcie z miejsca narażenia, przeprowadzenie natychmiastowej oceny medycznej, a u osób z BLL >50 μg/100 ml CSTE zaleca oprócz usunięcia pracownika z narażenia rozważenie interwencji medycznej w postaci przeprowadzenia chelatacji [50].

Kosnett i wsp. [51] zalecają, aby osoby narażone na ołów były odsuwane od pracy zawodowej z ekspozycją na niego, jeśli w pojedynczym pomiarze BLL wynosi >30 μg/100 ml krwi lub jeśli 2 kolejne pomiary BLL mierzone w odstępie 4 tygodni wynoszą ≥20 μg/100 ml krwi. Usunięcie osób z narażenia na ołów należy rozważyć w celu uniknięcia długoterminowego ryzyka dla zdrowia, jeśli środki kontroli narażenia przez dłuższy okres nie obniżają BLL do wartości <10 μg/100 ml krwi lub jeśli występują wybrane warunki medyczne, które zwiększyłyby ryzyko dalszego narażenia [51].

WNIOSKI

Strzelnice zamknięte stanowią istotne źródło zawodowego narażenia na ołów w przypadku zatrudnionego personelu i przedstawicieli służb mundurowych podczas treningów strzeleckich oraz pozazawodowego narażenia innych użytkowników tych obiektów, głównie drogą inhalacyjną.

Dostępne dane literaturowe jednoznacznie wskazują na ryzyko zdrowotne związane z pracą w strzelnicach, w tym objawy neurologiczne, ogólnoustrojowe i przewlekłe skutki zatrucia ołowiem.

Mimo że ołów jest objęty regulacjami w przemyśle, nie jest rutynowo identyfikowany jako czynnik szkodliwy na strzelnicach, przez co nie prowadzi się tam odpowiednich pomiarów jego stężeń w powietrzu ani biomonitoringu.

Choć obecnie w wielu strzelnicach zamkniętych nie prowadzi się rutynowego monitoringu narażenia na ołów, obniżenie dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego i biologicznych limitów narażenia może – o ile zostaną wprowadzone skuteczne mechanizmy kontroli – skutkować koniecznością czasowego odsunięcia od pracy części personelu strzelnic oraz ograniczenia treningów funkcjonariuszy służb mundurowych, u których poziomy ołowiu we krwi przekraczają nowe normy. W związku z obniżeniem zarówno NDS, jak i DSB dla ołowiu konieczne wydaje się opracowanie wytycznych i przepisów normujących narażenie na ołów pracowników strzelnic zamkniętych. Niewielka dostęp-

ność aktualnych danych dotyczących stężeń ołowiu w środowisku pracy strzelnic przy wzrastającej ciągle ich liczbie wskazuje jednoznacznie na konieczność przeprowadzenia badań epidemiologicznych pozwalających w sposób jednoznaczny określić poziom narażenia oraz potencjalne efekty zdrowotne wynikające z tej ekspozycji. Pozwoli to na opracowanie swoistych i odpowiednich do warunków krajowych wytycznych, analogicznie jak w przypadku USA.

Należy również podkreślić konieczność edukacji właścicieli – pracodawców w zakresie identyfikacji zagrożeń w miejscu pracy, które przełożą się na bezpieczniejsze i higieniczne warunki nie tylko dla osób zatrudnionych w strzelnicach, ale również ich potencjalnych użytkowników, których liczba także regularnie rośnie. Rozpowszechnianie informacji na temat występowania ołowiu w strzelnicach zamkniętych wśród ich użytkowników, a w szczególności dzieci, młodzieży i kobiet w wieku rozrodczym, wydaje się kluczowe w aspekcie toksycznego działania ołowiu. Warto również zwrócić uwagę na potencjalne koszty dostosowania infrastruktury strzelnic do nowo wprowadzanych wartości normatywów higienicznych dla ołowiu. Może to wymagać zarówno wsparcia instytucjonalnego lub finansowego dla właścicieli takich obiektów w zakresie m.in. modernizacji systemu wentylacji i kulochwytów, jak i ograniczania wykorzystywania amunicji ołowiowej na rzecz bezołowiowej.

Brak działań w zakresie identyfikacji i ograniczania narażenia na ołów w strzelnicach zamkniętych może prowadzić do wzrostu liczby przypadków chorób zawodowych, co stanowi istotne wyzwanie zarówno dla pracodawców, jak i dla systemu ochrony zdrowia.

WKŁAD AUTORÓW

Koncepcja badań: Adam Daragó, Anna Kilanowicz
Metodyka badań: Adam Daragó, Michał Klimczak, Joanna Jurewicz
Zbieranie materiału: Adam Daragó, Michał Klimczak
Interpretacja wyników: Adam Daragó, Anna Kilanowicz, Joanna Jurewicz
Piśmiennictwo: Adam Daragó, Michał Klimczak, Joanna Jurewicz

PIŚMIENNICTWO

1. Beaucham C, Ceballos D, King B. Lessons learned from surface wipe sampling for lead in three workplaces. J Occup Environ Hyg. 2017;14(8):611–19. https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1309047.
2. Association of European Manufacturers of Sporting Ammunition. Shooting ranges and the environment, a handbook for European range managers [Internet]. Brussels: AFEMS; 2002 [cited 2025 May 16]. Available from: https://www.fitasc.com/upload/images/echa_july_2020/49_2002_afems_handbook_european_range_managers_eng.pdf.
3. Ministerstwo Obrony Narodowej [Internet]. Warszawa: MON; 2025 [cited 2025 May 16]. Konkurs Ofert Strzelnica w Powiecie 2025 nr 1/2025/CWCR. Available from: https://www.gov.pl/web/obrona-narodowa/konkurs-ofert-strzelnica-w-powiecie-2025-nr-12025cwcr.
4. Saverio Romolo F, Margot P. Identification of gunshot residue: a critical review. Forensic Sci Int. 2001;119(2):195–211. https://doi.org/10.1016/S0379-0738(00)00428-X.
5. Haw CK, Jayaprakasha PT, Hooib YC, Abdullaha AF. Health concern on lead encountered during firing practices: a review. Health Environ J. 2010;1:24–9.
6. Dalby O, Butler D, Birkett JW. Analysis of gunshot residue and associated materials – a review. J Forensic Sci. 2010;55(4):924–43. https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01370.x.
7. Mathee A, de Jager P, Naidoo S, Naicker N. Exposure to lead in South African shooting ranges. Environ Res. 2017;153:93–8. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.11.021.
8. Goldberg RL, Hicks AM, O'Leary LM, London S. Lead exposure at uncovered outdoor firing ranges. J Occup Med. 1991;33(6):718–9. https://doi.org/10.1097/00043764-199106000-00013.
9. Valway SE, Martyny JW, Miller JR, Cook M, Mangione EJ. Lead absorption in indoor firing range users. Am J Public Health. 1989;79(8):1029–32. https://doi.org/10.2105/ajph.79.8.1029.
10. Fischbein A, Rice C, Sarkozi L, Kon SH, Petrocci M, Selikoff IJ. Exposure to lead in firing ranges. JAMA. 1979;241(11):1141–4.
11. Laidlaw MA, Filippelli G, Mielke H, Gulson B, Ball AS. Lead exposure at firing ranges – a review. Environ Health. 2017;16(1):34. https://doi.org/10.1186/s12940-017-0246-0.
12. Kang KW, Park WJ. Lead poisoning at an indoor firing range. J Korean Med Sci. 2017;32(10):1713–6. https://doi.org/10.3346/jkms.2017.32.10.1713.
13. Štěpánek L, Nakládalová M, Klementa V, Ferenčíková V. Acute lead poisoning in an indoor firing range. Med Pr. 2020;71(3):375–9. https://doi.org/10.13075/mp.5893.00930.
14. Wittczak T. Ołowica u pracownika strzelnicy – interesujący przypadek orzeczniczy w praktyce lekarza medycyny pracy. Lek Med Pr. 2023;36.
15. Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. Washington: National Institute for Occupational Safety and Health; 2025 [cited 2025 May 16]. Indoor firing ranges.

Available from: https://archive.cdc.gov/#/details?url=https://www.cdc.gov/niosh/topics/ranges/default.html.
16. Occupational Safety and Health Administration. Recommended practices for safety and health programs [Internet]. Washington: OSHA; 2016 [cited 2025 May 16]. Available from: https://www.osha.gov/shpguidelines/docs/OSHA_SHP_Recommended_Practices.pdf.
17. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/431 z dnia 9 marca 2022 r. zmieniająca dyrektywę 2004/37/WE w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy. DzU UE L 88 z 2022 r.
18. European Chemicals Agency [Internet]. Helsinki: ECHA; 2025 [cited 2025 May 16]. Dopuszczalne stężenia w środowisku pracy. Available from: https://echa.europa.eu/pl/oel.
19. Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2018 r., poz. 1286.
20. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/869 z dnia 13 marca 2024 r. w sprawie zmiany dyrektywy 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i dyrektywy Rady 98/24/WE w odniesieniu do wartości dopuszczalnych dla ołowiu i jego związków nieorganicznych oraz dla diizocyjanianów. DzU UE L z 2024 r.
21. Główny Inspektorat Sanitarny. Dane Głównego Inspektoratu Sanitarnego dla Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN (niepublikowane). Warszawa: GIS; 2025.
22. Dyrektywa Rady 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym ze środkami chemicznymi w miejscu pracy (czternasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/931/EWG). DzU UE L 131 z 1998 r.
23. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 grudnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy związanej z występowaniem w miejscu pracy czynników chemicznych. DzU z 2005 r., nr 11, poz. 86.
24. Jurewicz J, Kupczewska-Dobecka M [red.]. Dopuszczalne stężenie w materiale biologicznym. DSB jako marker oceniający wielkość narażenia zawodowego – wytyczne i zalecenia [Internet]. Łódź: Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera; 2025 [cited 2025 May 16]. Available from: https://pthp.imp.lodz.pl/wp-content/uploads/2022/12/IMP-DSB-broszura.pdf.
25. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. DzU z 1996 r., nr 69, poz. 332.
26. Dyrektywa 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy (szósta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG). DzU UE L 158 z 2004 r.
27. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006. DzU UE L 353 z 2008 r.
28. Committee for Risk Assessment. Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for lead and its compounds. Annex 1 [Internet]. Helsinki: European Chemicals Agency; 2020 [cited 2025 May 16]. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/6358205/oel_lead_final_annex_en.pdf/44ac1a9b-5a73-f8fc-5bb-b-961054c1548b.
29. Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA) [Internet]. Berlin: IFA; 2025 [cited 2025 May 16]. GESTIS – International limit values for chemical agents: lead and inorganic compounds. Available from: https://ilv.ifa.dguv.de/limitvalues/35851.
30. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists [Internet]. Cincinnati: ACGIH; 2025 [cited 2025 May 16]. Lead and inorganic compound. Available from: https://www.acgih.org/lead-and-inorganic-compounds-3/.
31. Voie Ø, Borander AK, Sikkeland LI, Grahnstedt S, Johnsen A, Danielsen TE, et al. Health effects after firing small arms comparing leaded and unleaded ammunition. Inhal Toxicol. 2014;26(14):873–9. https://doi.org/10.3109/08958378.2014.970783.
32. Svensson BG, Schütz A, Nilsson A, Skerfving S. Lead exposure in indoor firing ranges. Int Arch Occup Environ Health. 1992;64(4):219–21. https://doi.org/10.1007/BF00378278.
33. Lach K, Steer B, Gorbunov B, Mička V, Muir RB. Evaluation of exposure to airborne heavy metals at gun shooting ranges. Ann Occup Hyg. 2015;59(3):307–23. https://doi.org/10.1093/annhyg/meu097.
34. Darago A, Klimczak M, Jurewicz J, Kucharska M, Kilanowicz A. Assessment of lead exposure in indoor shooters in central Poland. Sci Rep. 2023;13(1):12605. https://doi.org/10.1038/s41598-023-39847-3.
35. Dams R, Vandecasteele C, Desmet B, Helsen M, Nagels M, Vermeir G, et al. Element concentrations in the air of an indoor shooting range. Sci Total Environ. 1988;77(1):1–13. https://doi.org/10.1016/0048-9697(88)90309-9.
36. National Research Council. Potential health risks to DOD firing-range personnel from recurrent lead exposure.

Washington, DC: The National Academies Press; 2013. https://doi.org/10.17226/18249.
37. Park WJ, Lee SH, Lee SH, Yoon HS, Moon JD. Occupational lead exposure from indoor firing ranges in Korea. J Korean Med Sci. 2016;31(4):497–501. https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.4.497.
38. Vandebroek E, Haufroid V, Smolders E, Hons L, Nemery B. Occupational exposure to metals in shooting ranges: a biomonitoring study. Saf Health Work. 2019;10(1):87–94. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.05.006.
39. Asa-Mäkitaipale S, Jehkonen M, Uitti J, Vilkki J. Memory functions in recreational pistol sport shooters: Does lead matter? Environ Health Insights. 2009;3:13–8. https://doi.org/10.4137/ehi.s894.
40. Demmeler M, Nowak D, Schierl R. High blood lead levels in recreational indoor-shooters. Int Arch Occup Environ Health. 2009;82(4):539–42. https://doi.org/10.1007/s00420-008-0348-7.
41. Ochsmann E, Göen T, Schaller KH, Drexler H. Lead – still a health threat for marksmen. Int J Hyg Environ Health. 2009;212(5):557–61. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2008.11.001.
42. Witt C, Kienast C, Bölke G, Hoffmann C, Roehle R, Bender O, et al. Long-term indoor gunshot exposure of special police forces induces bronchitic reactions and elevated blood lead levels – the Berlin shooting range study. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2023;14(1):452–63. https://doi.org/10.1002/jcsm.13147.
43. Löfstedt H, Seldén A, Storéus L, Bodin L. Blood lead in Swedish police officers. Am J Ind Med. 1999;35(5):519–22. https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0274(199905)35:5%3C519::aid-ajim9%3E3.0.co;2-n.
44. Brown JR. A survey of the effects of lead on gunners. J R Army Med Corps. 1983;129(2):75–81. https://doi.org/10.1136/jramc-129-02-05.
45. Smith DL. Lead absorption in police small-arms instructors. J Soc Occup Med. 1976;26(4):139–40. https://doi.org/10.1093/occmed/26.4.139.
46. White SA, Narula AA. A complication of indoor pistol shooting. J Laryngol Otol. 1996;110(7):663–4. https://doi.org/10.1017/s0022215100134541.
47. Di Lorenzo L, Borraccia V, Corfiati M, Mantineo GA, Petrillo MR, Soleo L. Esposizione a basse dosi di piombo inorganico e pressione arteriosa negli istruttori di tiro della Polizia di Stato italiana. G Ital Med Lav Ergon. 2006;28(2):194–5. Italian.
48. Occupational Safety and Health Administration [Internet]. Washington: OSHA; 2025 [cited 2025 May 16]. 1910.1025 – Lead. Available from: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1025.
49. Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. Washington: National Institute for Occupational Safety and Health; 2025 [cited 2025 May 16]. Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance (ABLES). Available from: https://www.cdc.gov/niosh/lead/programs/index.html.
50. Council of State and Territorial Epidemiologists [Internet]. Atlanta: CSTE; 2025 [cited 2025 May 16]. Occupational Health Indicators – Indicator 13: Elevated blood lead levels among adults. Available from: https://www.cste.org/page/OHIndicators?&hhsearchterms=%22elevated+and+blood+and+lead+and+levels+and+among+and+adults%22.
51. Kosnett MJ, Wedeen RP, Rothenberg SJ, Hipkins KL, Materna BL, Schwartz BS, et al. Recommendations for medical management of adult lead exposure. Environ Health Perspect. 2007;115(3):463–71. https://doi.org/10.1289/ehp.9784.

Ten utwór jest dostępny w modelu open access na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 międzynarodowa / This work is available in Open Access model and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) – https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

Wydawca / Publisher: Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź