

Krystyna Antczak, Marek Jakubowski, Małgorzata Kula

ZASADY POBIERANIA I PRZYGOTOWYWANIA MATERIAŁU BIOLOGICZNEGO DO OCENY EKSPOZYCJI ZAWODOWEJ

Z Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi
Dyrektor: prof. dr hab. J. Indulski

W pracy opisano zastosowanie monitoringu biologicznego do oceny zawodowego narażenia na ołów, jak również przedstawiono instrukcje dotyczące pobierania i przygotowania materiału biologicznego do oznaczania ołowiu w moczu i we krwi, kwasu delta-aminolewulinowego w moczu, rtęci w moczu, fenolu w moczu, kwasu trójchlorooctowego w moczu.

Zastosowanie monitoringu biologicznego do oceny zawodowego narażenia na ołów

Do monitoringu biologicznego wchłaniania ołowiu wykonywane są oznaczenia ołowiu we krwi i w moczu. Odpowiednie zalecenia dotyczące zakresu wykonywania badań, zawarte w wytycznych Głównego Inspektora Sanitarnego [23] podano niżej (tab. 1).

T a b e l a 1
Dopuszczalne stężenia w materiale biologicznym (DSB)

Substancja wchłaniana	Substancja oznaczana	Materiał biologiczny	Warunki pobierania próby	Wartości prawidłowe	DSB	Interpretacja
Ołów i jego związki nieorganiczne	ołów	krw	c	<0,15 mg/l	0,6 mg/l 0,4 mg/l*	A,E
		mocz**	c	<0,80 µg/l	100 µg/l**	A
	kwas δ-amino- lewulinowy	mocz	c	<6 mg/l	10 mg/l***	A

*U kobiet w wieku rozrodczym. Istnieją tendencje do obniżenia DSB Pb we krwi do 0,4 mg/l i do 0,3 mg/l dla kobiet w wieku rozrodczym.

**Oznaczanie Pb w moczu nie jest zalecane do oceny aktualnego wchłaniania.

***W przeliczeniu na średnią gęstość 1,016 oznaczenia można wykonać w próbkach moczu o gęstości w granicach 1,010 - 1,024.

Interpretacja

- A - wartość DSB może być odniesiona do indywidualnych wyników u poszczególnych osób,
 B - wartość DSB może być interpretowana tylko na podstawie średniej w grupie osób o podobnej ekspozycji lub pomiarów wykonanych w różnych dniach u tej samej osoby,
 C - interpretacja opiera się na różnicy wartości uzyskanych u badanej osoby i średniej wartości uzyskanej u osób nie eksponowanych w zasadzie w tym samym okresie i z tego samego obszaru zamieszkania,
 D - interpretacja opiera się na różnicy pomiarów u tej samej osoby przed i po ekspozycji w danym dniu,
 E - zaleca się oznaczanie co najmniej dwóch parametrów, tj. stężenia ołowiu w moczu lub krwi oraz kwasu delta-aminolewulinowego.
 c - próbka pobierana jednorazowo pod koniec ekspozycji dziennej w końcu tygodnia pracy, nie wcześniej niż po miesiącu od rozpoczęcia pracy.

Zespół ekspertów z Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi i innych placówek przemysłowej służby zdrowia, zajmujących się patologią zawodową, mając na celu ujednolicenie interpretacji wyników dla rozpoznawania i profilaktyki lekarskiej ołowicy opracował biochemiczne wskaźniki narażenia i działania toksycznego ołowiu, które zawarte są w tabeli 2 [24]:

T a b e l a 2

Biochemiczne wskaźniki narażenia i działania
toksycznego ołowiu

Wskaźnik	Największe dopuszczalne stężenie	
	bezpieczne	graniczne
Ołów we krwi (Pb-B) $\mu\text{g}/100\text{ ml}$	40	60*
Ołów w moczu (Pb-U) $\mu\text{g}/\text{l}$	80	100
Kwas delta-aminolewulinowy w moczu (ALA) mg/l wg metody Grabeckiego i in.	10	17
Wg metody Mauzerella i Granicka	6	10
Koproporfiryny w moczu (KP) $\mu\text{g}/\text{l}$	70	100
Protoporfiryny w krwinkach czerwonych	własna norma laboratoryjna	

*Dla kobiet proponuje się DBS graniczne 40 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

W opracowaniach WHO dotyczących monitoringu wczesnego wykrywania zmian biochemicznych, powstałych przy narażeniu na ołów, głównie zwraca się uwagę na oznaczanie ołowiu we krwi [3, 19]. Ze względu na konieczność posiadania specjalistycznej aparatury służącej do wykonywania tego typu analiz u nas w kraju najczęściej przeprowadza się badania ołowiu w moczu. Do oceny przebytej ekspozycji na nieorganiczne związki ołowiu zalecane jest oznaczanie ołowiu w moczu po zastosowaniu prowokacji chelatonowej [19].

Instrukcja
pobierania i przygotowania materiału biologicznego
przeznaczonego do oznaczania ołowiu

MOCZ

1. **N a c z y n i a.** Próby moczu należy pobierać do naczyń szklanych lub polietylenowych (nie zawierających metali). Wszystkie naczynia używane do przeprowadzenia analizy metali winny być wydzielone i przeznaczone wyłącznie do wykonywania tych analiz.

1.1. **Mycie naczyń.** Naczynia po dokładnym umyciu należy płukać 1% kwasem azotowym, a następnie dużą ilością wody dejonizowanej lub destylowanej (otrzymanej z destylarki szklanej).

2. **P o b i e r a n i e m a t e r i a ł u d o b a d a n i a.** W celu oznaczania ołowiu w moczu w warunkach ambulatoryjnych stosuje się pobieranie jednorazowej porcji moczu (około 150 ml), którego gęstość winna mieścić się w zakresie 1,010 - 1,024 g/ml [23, 25]. Próby należy pobierać jednorazowo pod koniec ekspozycji dziennej w końcu tygodnia pracy, nie wcześniej niż po miesiącu od rozpoczęcia pracy [23]. W warunkach klinicznych pobiera się próbę moczu ze zbiórki dobowej. Do pobranej próby moczu należy dodać kwas solny w ilości około 6 ml/l moczu dla uzyskania pH około 1.

Uwaga: Przy pobieraniu prób moczu w miejscu pracy należy zabezpieczyć je przed możliwością kontaminacji ołowiem.

3. **P r z e c h o w y w a n i e p r ó b m o c z u** [11]. Próby moczu powinny być przechowywane w lodówce w temperaturze ok. +4°C. Czas przechowywania nie może przekroczyć 20 dni.

4. **M e t o d y a n a l i t y c z n e.** W celu oznaczenia ołowiu w moczu należy stosować metodę atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. W laboratoriach, które nie posiadają tego typu aparatury zaleca się stosowanie metody kolorymetrycznej z ditizonem. Metoda analityczna, którą posługuje się laboratorium winna być scharakteryzowana zgodnie z terminologią podaną w załączniku do niniejszej instrukcji.

5. **S p o s ó b p o d a w a n i a w y n i k ó w** [16]

5.1. Dla jednorazowo pobranej porcji moczu (warunki ambulatoryjne) wynik podawany jest zwykle w $\mu\text{g/l}$ po wprowadzeniu korekty uwzględniającej gęstość badanego moczu [3, 12]. Przeliczenia stężenia Pb z uwzględnieniem standardowej gęstości moczu dokonuje się na podstawie wzoru podanego w załączniku do niniejszej instrukcji. Za standardową gęstość moczu przyjęto wartość 1,016 g/ml [7, 23].

5.2. W warunkach klinicznych wynik podaje się jako szybkość wydalania w jednostce czasu, czyli w czasie 1 doby $\mu\text{g/V}_d$, gdzie V_d to objętość moczu zebranego w czasie 24 godz.

KREW

1. **N a c z y n i a.** Do pobierania prób krwi należy stosować naczynia polietylenowe* (nie zawierające metali) o pojemności 15 ml. W naczyniu umieszcza się jako antykoagulant cytrynian sodu (in substantia) w ilości około 50 mg/5 ml krwi.

*Naczynka polietylenowe produkcji firmy "Plastomed", Warszawa, ul. Daniszewska 4

- 1.1. Mycie naczyń - jak podano w punkcie 1.2 (mocz)
2. P o b i e r a n i e m a t e r i a ł u d o b a d a n i a. Do pobierania prób zalecane jest stosowanie strzykawek wykonanych z polipropylenu [21]. Igły winny być ze stali nierdzewnej z nasadkami z polipropylenu. Pobieranie prób krwi winno odbywać się w pomieszczeniu odległym od zakładu pracy, aby uniknąć kontaminacji prób krwi ołowiem.
3. P r z e c h o w y w a n i e p r ó b k r w i. Zaleca się przechowywanie prób krwi w temperaturze lodówki +4°C. W tej temperaturze próby mogą być przechowywane do 20 dni [11]. Próby krwi zamrożone (-18°C) mogą być przechowywane przez około 6 miesięcy [12].
4. M e t o d y a n a l i t y c z n e. Do oznaczania ołowiu we krwi należy stosować metodę atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej, technikę bezpłomieniową lub płomieniową.
5. I n t e r p r e t a c j a w y n i k ó w. Interpretacja wyników winna być dokonywana zgodnie z wytycznymi podanymi na początku niniejszej instrukcji.

CZTEROETYLEK OŁOWIU

Do oceny aktualnego narażenia na czteroetylek ołowiu wykorzystywane są oznaczenia dwuetylku ołowiu (Et_2Pb) w moczu lub ołowiu całkowitego w moczu [13, 18]. Stężenie ołowiu we krwi nie może służyć jako wskaźnik do oceny narażenia na czteroetylek ołowiu. Ze względu na trudności metodyczne oznaczanie dwutlenku ołowiu w moczu nie może być zalecane do badań rutynowych. Zgodnie z kryteriami oceny podanymi przez Am Ind Hyg Assoc (Hyg. Guide Series 1963) [13] stężenie w moczu powyżej 110 $\mu\text{g/l}$ wskazuje na występujące narażenie, natomiast poziom ołowiu 150 $\mu\text{g/l}$ jest wskazaniem do odsunięcia pracownika od kontaktu z czteroetylkiem ołowiu.



Instrukcja
pobierania i przygotowania materiału biologicznego
przeznaczonego do oznaczania kwasu delta-aminolewulinowego

W ocenie narażenia zawodowego na nieorganiczne związki ołowiu jednym ze wskaźników biochemicznych jest oznaczenie kwasu delta-aminolewulinowego w moczu [23, 24].

MOCZ

1. Przygotowanie naczyń do analizy

1.1. Naczynia. Próby moczu należy pobierać do butelek z ciemnego szkła.

1.2. Mycie naczyń. Naczynia po dokładnym wymyciu należy płukać wodą destylowaną.

2. Pobieranie materiału do badania. W celu oznaczenia kwasu delta-aminolewulinowego w moczu pobiera się jednorazową porcję moczu, którego ciężar winien mieścić się w zakresie 1,010 - 1,024 g/ml [23, 25]. Próby należy pobierać jednorazowo pod koniec ekspozycji dziennej, w końcu tygodnia, nie wcześniej niż po miesiącu od rozpoczęcia pracy [23].

3. Przechowywanie prób moczu

3.1. Środki konserwujące. Próby moczu przeznaczone do oznaczania kwasu delta-aminolewulinowego należy zakwasić kwasem octowym [6] do uzyskania pH ok. 4

3.2. Temperatura i czas przechowywania prób. Zaleca się przechowywanie prób moczu w lodówce w temperaturze +4°C [4]. Czas przechowywania prób nie może przekraczać 30 dni.

4. Metody analityczne. Do oznaczania kwasu delta-aminolewulinowego w moczu ogólnie stosowana jest metoda wg Grabeckiego. Jest to metoda mało specyficzna, znaczny wpływ mają tutaj obecne w moczu substancje interferujące, które dają zawyżone wyniki. Dlatego metodę tę należy traktować jako test orientacyjny lub ocenę półilościową. Natomiast do oceny ilościowej zalecana jest metoda wg Mauzeralla i Granicka, która pozwala na oddzielenie substancji interferujących na kolumnach z wymiennicami jonowymi. Metody analityczne powinny być scharakteryzowane zgodnie z terminologią podaną w załączniku do niniejszej instrukcji.

5. Sposób podawania wyników. Dla jednorazowo pobranej porcji moczu wynik oznaczania kwasu delta-aminolewulinowego podawany jest zwykle w mg/l po wprowadzeniu korekty, która uwzględnia gęstość moczu. Przeliczenia dokonuje się na podstawie wzoru podanego w załączniku do niniejszej instrukcji. Za standardową gęstość moczu przyjmuje się wartość 1,016 g/ml [7, 23].

6. Interpretacja wyników. Zgodnie z obowiązującymi zaleceniami dotyczącymi rozpoznawania i profilaktyki lekarskiej ołowicy [24] dopuszczalny zakres stężeń ALA w moczu podano w tabeli 3.

Dopuszczalny zakres stężeń ALA w moczu

Wskaźnik	Najwyższe dopuszczalne stężenie	
	bezpieczne	graniczne
Kwas delta-aminolewulinowy w moczu (ALA) mg/l wg meto- dy Grabeckiego i in.	10	17
Wg metody Mauzeralla i Granicka	6	10



Instrukcja
pobierania i przygotowania materiału biologicznego
przeznaczonego do oznaczania rtęci w moczu

Do oceny zawodowego narażenia na pary rtęci wykonuje się oznaczenie rtęci w moczu [22, 23].

MOCZ

1. Przygotowanie naczyń do analizy

1.1. Naczynia. Próby moczu należy pobierać do naczyń szklanych. Naczynia używane do oznaczania metali powinny być wydzielone i przeznaczone wyłącznie do wykonywania tych analiz.

1.2. Mycie naczyń. Naczynia używane do oznaczania metali po dokładnym umyciu należy płukać 1% kwasem azotowym, a następnie dużą ilością wody dejonizowanej lub destylowanej (otrzymanej ze szklanej destylarki).

2. Pobieranie materiału do badania. W celu oznaczania rtęci w moczu w warunkach ambulatoryjnych stosuje się pobieranie jednorazowej porcji moczu. Próby należy pobierać pod koniec ekspozycji dziennej w końcu tygodnia pracy, nie wcześniej jednak niż po miesiącu od rozpoczęcia pracy [23]. Przy pobieraniu prób w miejscu pracy należy zabezpieczyć je przed możliwością kontaminacji rtęcią. W pobranych próbach należy zmierzyć gęstość moczu (przy przeliczaniu stężenia Hg na g kreatyniny należy oznaczyć poziom kreatyniny). W przypadku znacznego zagęszczenia moczu (gęstość $>1,030$ g/ml lub poziom kreatyniny >3 g/l) lub w przypadku nadmiernego rozcieńczenia moczu (gęstość $<1,010$ g/ml lub poziom kreatyniny $<0,5$ g/l) zalecane jest powtórne pobranie moczu.

3. Przechowywanie prób moczu. Próby moczu powinny być przechowywane w temperaturze lodówki $+4^{\circ}\text{C}$. Czas przechowywania prób nie może przekraczać 20 dni [10].

4. Metody analityczne. Do oznaczania rtęci w moczu zalecane jest stosowanie metody atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (technika zimnych par) ze względu na jej specyficzność. Laboratoria, które nie posiadają tego typu aparatury mogą stosować metodę kolorymetryczną z ditizonem. Metoda analityczna, którą laboratorium posługuje się powinna być scharakteryzowana zgodnie z terminologią podaną w załączniku do niniejszej instrukcji.

5. Wyniki i ich interpretacja. Sposób podawania wyników winien być zgodny z zaleceniami WHO i Wytycznymi Głównego Inspektora Sanitarnego [22, 23]. Zalecenia te podają następującą interpretację: U osób nie narażonych zawodowo na pary rtęci poziom rtęci w moczu jest poniżej $5\text{ }\mu\text{g/g}$ kreatyniny. Natomiast u osób narażonych - zgodnie z zaleceniami - dopuszczalne stężenie biologiczne (DSB) przyjęto na poziomie $50\text{ }\mu\text{g/g}$ kreatyniny. Wartość DSB może być interpretowana tylko na podstawie średniej w grupie osób o podobnej ekspozycji, lub z pomiarów wykonanych w różnych dniach u tej samej osoby.

Instrukcja
pobierania i przygotowania materiału biologicznego
przeznaczonego do oznaczania fenolu w moczu

Do oceny zawodowego narażenia na benzen i fenol zalecane jest oznaczanie fenolu w moczu [12, 23].

MOCZ

1. Przygotowanie naczyń do analizy

1.1. Naczynia. Próby moczu należy pobierać do naczyń szklanych o pojemności około 150 ml.

1.2. Mycie szkła. Naczynia używane do oznaczania fenolu po dokładnym umyciu należy płukać wodą destylowaną.

2. Pobieranie prób materiału do badania

2.1. Benzen. W ocenie narażenia na benzen substancją oznaczaną jest fenol. Próbkę należy pobierać jednorazowo pod koniec ekspozycji dziennej w dowolnym dniu [23].

2.2. Fenol. W ocenie narażenia na fenol substancją oznaczaną jest fenol w moczu. Próbkę pobiera się pod koniec zmiany roboczej. Około 5 godz. przed pobraniem właściwej próby moczu pobiera się dodatkową w celu opróżnienia pęcherza moczowego, której się nie analizuje. Notuje się dokładny czas między pobraniem obydwu prób moczu i mierzy objętość właściwej próby [5, 15]. Przy pobieraniu prób w miejscu pracy należy zwracać uwagę na możliwość kontaminacji próby.

3. Przechowywanie prób moczu. Zaleca się przechowywanie prób w temperaturze lodówki +4°C. Czas przechowywania prób nie może przekraczać 30 dni [4].

4. Metody analityczne. Do oznaczania fenolu w moczu zalecane jest stosowanie metody chromatografii gazowej jako najbardziej specyficznej i czulej. Z metod kolorymetrycznych może być stosowana jedynie metoda Gibbsa z 2,6-dwubromochinonochlorimidem [5, 12]. Metoda analityczna, którą laboratorium posługuje się należy scharakteryzować zgodnie z terminologią podaną w załączniku do niniejszej instrukcji.

5. Sposób podawania wyników

5.1. Benzen. Głównym metabolitem benzenu jest fenol, który oznaczany jest w jednorazowej porcji moczu. Wynik stężenia fenolu w badanej jednorazowej porcji moczu podaje się w mg/l po wprowadzeniu korekty, która uwzględnia gęstość moczu [12, 15]. Obliczenia dokonuje się na podstawie wzoru podanego w załączniku do niniejszej instrukcji. Za standardową gęstość moczu przyjęto wartość 1,024 g/ml [5, 15].

5.2. Fenol. W przypadku narażenia na fenol oznaczany jest fenol w moczu. Wynik stężenia fenolu w badanej porcji moczu zebranej w określonym przedziale czasowym (pkt. 2.2) obliczany jest jako szybkość wydalania w mg/V₅godz. (V₅godz. - objętość moczu zebranego w ciągu 5 godz.) [15].



6. Interpretacja wyników

6.1 Benzen. Ze względu na występowanie fenolu w ustroju na skutek zachodzących przemian fizjologicznych ustalono wydalanie fenolu z moczem u osób nie ekspozowanych w granicach 5 - 10 mg/l z górną granicą 5 - 20 mg/l [8]. Wg wytycznych Gł. Insp. San. [23] wartość prawidłowa - 20 mg/l. Dopuszczalne stężenie biologiczne (DSB) - 70 mg/l. Wartość DSB może być odniesiona do indywidualnych wyników poszczególnych osób.

6.2. Fenol. Interpretacja uzyskanych wyników analogiczna jak podano w punkcie 6.1.



Instrukcja
pobierania i przygotowania materiału biologicznego
przeznaczonego do oznaczania kwasu trójchlorooctowego

Podstawowymi metabolitami występującymi przy narażeniu na trójchloroetylen jest trójchloroetanol (TCE) i kwas trójchlorooctowy (TCA). Trójchloroetanol pojawia się w moczu bardzo szybko po wystąpieniu ekspozycji, a następnie jego stężenie gwałtownie spada [14]. Natomiast kwas trójchlorooctowy osiąga stężenie maksymalne po 2 - 3 dniach od chwili wystąpienia ekspozycji. W ocenie narażenia na trójchloroetylen podstawowym oznaczanym metabolitem jest kwas trójchlorooctowy [20, 23].

MOCZ

1. Przygotowanie naczyń do analizy

1.1. Naczynia. Próby moczu należy pobierać do naczyń szklanych lub polietylenowych o pojemności około 50 ml. Naczynia stosowane do przeprowadzania analizy kwasu trójchlorooctowego powinny być wydzielone i przeznaczone wyłącznie do tej analizy.

1.2. Mycie naczyń. Po wykonaniu analizy naczynia (próbówki) należy zalać wodą bieżącą, następnie dokładnie wymyć i płukać wodą destylowaną.

2. Pobieranie materiału do badania. Ze względu na taki przebieg wydalania kwasu trójchlorooctowego, jaki opisano na wstępie (półokres 70 - 100 godz.) do oceny ekspozycji na trójchloroetylen próby moczu powinny być pobierane pod koniec tygodnia pracy [23].

3. Przechowywanie prób moczu. Próby moczu należy przechowywać w lodówce w temperaturze +4°C. Czas przechowywania prób nie może przekraczać 30 dni [4].

4. Metody analityczne. Do oznaczania kwasu trójchlorooctowego w moczu stosuje się metodę kolorymetryczną Fujiwary. Jest to metoda niespecyficzna. Każdorazowo podczas analizy równolegle z próbą badaną należy wykonać próbę "zerową" ze względu na możliwość zanieczyszczenia pirydyny, która w środowisku alkalicznym może dawać podobną reakcję barwną. Należy wówczas wstępnie oczyścić pirydynę drogą destylacji. Metoda analityczna, którą laboratorium posługuje się powinna być scharakteryzowana zgodnie z terminologią podaną w załączniku niniejszej instrukcji.

5. Sposób podawania wyników. W ocenie narażenia na trójchloroetylen zgodnie z zaleceniami Głównego Inspektora Sanitarnego [23] głównym metabolitem oznaczanym jest kwas trójchlorooctowy w moczu. Wynik stężenia kwasu trójchlorooctowego oznaczony w jednorazowej porcji moczu pobranej pod koniec tygodnia pracy podaje się w mg/l po wprowadzeniu korekty [13], która uwzględnia gęstość moczu. Obliczenia dokonuje się na podstawie wzoru podanego w załączniku do niniejszej instrukcji. Za standardową gęstość moczu przyjęto wartość 1,016 g/ml [3, 13].

6. Interpretacja wyników. Zgodnie z wytycznymi Głównego Inspektora Sanitarnego [23] dopuszczalne stężenie biologiczne (DSB) kwasu trójchlorooctowego wynosi 20 mg/l. Wartość DSB może być interpretowana tylko na podstawie średniej w grupie osób o podobnej ekspozycji lub z pomiarów wykonywanych w różnych dniach u tej samej osoby.

Pkt. 4. "Metody analityczne" [9.17]

Terminologia

Specyficzność - zdolność danej metody analitycznej do oznaczania wyłącznie komponentu przeznaczonego do pomiaru.

Czułość - stosunek przyrostu sygnału analitycznego do odpowiadającego mu przyrostu stężenia (lub zawartości) oznaczanego składnika.

Granica oznaczalności - najmniejsze stężenie lub ilość oznaczanego składnika w badanej próbce, przy których można jeszcze ten składnik oznaczyć daną metodą.

Granica wykrywalności - najmniejsze stężenie lub ilość wykrywanego składnika w badanej próbce, przy których można go jeszcze wykryć daną metodą z określonym prawdopodobieństwem.

Dokładność - jest to zgodność między średnią ze zbioru stanowiącego wynik pomiaru a wartością prawdziwą* (referencyjną). Dokładność nie ma wartości liczbowej.

Niedokładność - jest to wartość liczbową określająca różnicę między średnią (inaccuracy) ze zbioru powtarzanych pomiarów a wartością prawdziwą (referencyjną) i może być wyrażona w jednostkach, w jakich wykonywany jest pomiar lub w % w stosunku do wartości prawdziwej.

Precyzja - zgodność między powtarzanymi pomiarami, nie ma wartości liczbowej. (precision)

Brak precyzji czyli - nieprecyzyjność (imprecision) - można określić liczbowo; wielkość charakteryzująca rozrzut wyników uzyskanych przy wielokrotnym oznaczaniu danego składnika daną metodą analityczną. Jest ona zwykle wyrażana jako standardowe odchylenie (SD) lub współczynnik zmienności (CV) wyników ze zbioru powtarzanych pomiarów i musi być opisana, w jaki sposób została określona, aby można było ją powtórzyć (sprawdzić). Te informacje są ważne przy określaniu nieprecyzyjności w badaniach międzylaboratoryjnych (ocena odtwarzalności), w sprawdzianach dziennych i między dniami (ocena powtarzalności).

*Wartość prawdziwa - ustalenie jej jest niemożliwe, zastępujemy ją tzw. wartością "referencyjną", która ustalona jest przez kompetentny zespół ludzi w taki sposób, że maksymalna liczba dowodów wskazuje na nią jako najbardziej zbliżoną do wartości prawdziwej.

$$SD = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}}$$

SD - odchylenie standardowe

x - wartość oznaczana

$\bar{x}$ - wartość średnia

n - liczba oznaczeń

CV - współczynnik zmienności

Dla oceny pracy laboratorium wskazane jest systematyczne prowadzenie kontroli wewnątrzlaboratoryjnej, jak również branie udziału w sprawdzianach międzylaboratoryjnych. Kontrola wewnątrzlaboratoryjna powinna być prowadzona z zastosowaniem prób kontrolnych przygotowanych we własnym zakresie z wzorców produkcji firmy "Wzormat" (00-139 Warszawa, ul. Elektoralna 2).

W przypadku przygotowywania prób kontrolnych fenolu należy korzystać z substancji świeżo przedestylowanej, używając do destylacji fenol cz.d.a.

Pkt. 5. "Sposób podawania wyników"

Przeliczanie stężenia substancji toksycznej oznaczanej w moczu, uwzględniające standardową gęstość moczu (1,016 g/ml)^x dokonuje się za pomocą wzoru:

$$\begin{array}{l} \mu\text{g/l} \\ \text{(po korekcie)} \end{array} = \mu\text{g/l} \times \frac{1,016 - 1,00}{\text{c.wł.moczu} - 1,00 \text{ badanego}}$$

^xW przypadku obliczania stężenia fenolu za standardową gęstość moczu przyjmuje się wartość 1,024 g/ml [5, 15].

PIŚMIENNICTWO

1. Aitio A.: Quality control in the occupational toxicology laboratory. Copenhagen, WHO 1981
2. Aitio A., Jarvisalo J.: Collection, processing and storage of specimens for biological monitoring of occupational exposure to toxic chemicals. Pure Appl Chem 1984, 4, 549 - 566
3. Alessio L., Foa V.: Commission of the European Communities. Industrial health and safety. Human biological monitoring of industrial chemicals series. Lead 1983
4. Antczak K.: Ocena stabilności materiału biologicznego przeznaczonego do monitorowania ekspozycji przemysłowej. Badanie stabilności fenolu i kwasu trójklorooctowego w moczu. Med Pr 1989, 6, 360 - 368
5. Andrzejewski S. i in.: Analiza metod oceny narażenia zawodowego na benzen i fenol pracowników przemysłu petrochemicznego. Med Pr 1981, 2, 91



6. Bardodej Z.: Wpływ sposobu przechowywania prób moczu na wyniki testów ekspozycyjnych. Materiały narady specjalistów krajów członkowskich RWPG w zakresie tematu 6.2.2: Udoskonalenie metod oznaczania substancji toksycznych w powietrzu sfery roboczej i środowiskach biologicznych. Praga 1978
7. Buchwald H.: The specific gravity of urine specimens. *Am Occup Hyg* 1965, 8, 265
8. Docter H.J., Zielhuis R.L.: Phenol excretion as a measure on benzene exposure. *Am Occup Hyg* 1967, 10, 317
9. International Federation of Clinical Chemistry. Committee of Standards. *J Clin Chem Clin Biochem* 1980, 18, 69 - 77
10. Kula M.: Próba oceny stabilności materiału biologicznego przeznaczonego do akcji kontroli wiarygodności analiz toksykologicznych. Cz. I. Materiał biologiczny z dodatkiem rtęci. *Bromat Chem Toksykol* 1983, 16, 115
11. Kula M., Lasota W.: Próba oceny stabilności materiału biologicznego przeznaczonego do akcji kontroli wiarygodności analiz toksykologicznych. Cz. II. Materiał biologiczny z dodatkiem ołowiu. *Bromat Chem Toksykol* 1983, 16, 235
12. Lauwerys R.: Commission of the European Communities. Industrial health and safety. Human biological monitoring of industrial chemical series. Benzen. Ed. L. Alessio i in. 1983.
13. Lauwerys R.: Biological criteria for selected industrial toxic chemicals. *Scand J Work Env Health* 1975, 1, 142
14. Monster A.C., Zielhuis R.L.: Commission of the European Communities. Industrial health and safety. Human biological monitoring of industrial chemicals series. Chlorinated hydrocarbon solvents, 1983
15. Piotrowski J.: Evaluation of exposure to phenol: absorption of phenol vapour in the lung and through the skin and excretion of phenol in urine. *Br Ind Med* 1971, 28, 172
16. Sedivec W.: Strategia pobierania prób materiału biologicznego. Materiały narady specjalistów krajów członkowskich RWPG w zakresie tematu 6.2.2: Udoskonalenie metod oznaczania substancji toksycznych w powietrzu sfery roboczej i środowiskach biologicznych. Praga 1978
17. Słownik chemii analitycznej. Wyd. Nauk.- Techn., Warszawa 1984
18. Turlakiewicz Z., Chmielnicka J., Jakubowski M.: Diethyllead as a specific indicator of occupational exposure to tetraethyllead. International Conference Heavy Metals in the Environment. Athens, 1985, Vol. 1. Ed. T.D. Lekkas
19. WHO Recommended Health-Based Limits in Occupational Exposure to Heavy Metals. Report of a WHO Study Group. WHO, Geneva 1980
20. WHO Environmental Health Criteria. 50 Trichloroethylene WHO, Geneva 1985
21. WHO Kryteria zdrowotne środowiska. T. 3. Ołów. MZiOS, Departament Insp. Sanit. Warszawa, PZWL 1982
22. WHO Kryteria zdrowotne środowiska. T. 1. Rtęć. MZiOS, Departament Insp. Sanit. Warszawa, PZWL 1983
23. Wytyczne Głównego Inspektora Sanitarnego z dn. 4. 1. 1985 w sprawie przeprowadzania i oceny wyników pomiarów stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. MZiOS, Warszawa, PZWL 1985

24. Wytyczne w sprawie rozpoznawania i profilaktyki lekarskiej ołowicy opracowane przez zespół ekspertów rekrutujących się z pracowników instytutów medycyny pracy i innych placówek przemysłowej służby zdrowia zajmujących się patologią zawodową. Sosnowiec 1985

25. Zielhuis R.L.: Documents of International Meetings and Activities Second International Workshop Permissible Levels for Occupational Exposure to Inorganic Lead. Int Arch Occup Environ Health 1977, 39, 59

K. Antczak, M. Jakubowski, M. Kula

PROCEDURES FOR THE SAMPLING AND PREPARATION OF BIOLOGICAL MATERIAL TO EVALUATE OCCUPATIONAL EXPOSURE

Summary

The paper discusses application of biological monitoring to estimate occupational exposure to lead, and instructions on the sampling & sample preparation procedures to be followed during the determination of lead in urine and blood, of delta-aminolevulinic acid in urine, of mercury in urine, of phenol in urine and of trichloroacetic acid in urine.

