

Teresa Grabowska, Joanna Nowicka, Joanna Kulikowska, Stanisława Kabiesz-Neniczka

Ocena ekspozycji na cyjanowodór u śmiertelnych ofiar pożarów w aspekcie powstawania w zwłokach endogennego cyjanowodoru w procesach gnilno-rozkładowych

Assessment of exposure to hydrogen cyanide in fire fatalities in the aspects of endogenous hydrogen cyanide production as a result of putrefaction processes in the deceased

Z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
p.o. Kierownik: dr med. C. Chowaniec

Ocena narażenia na cyjanowodór osób, które zginęły w pożarach w zamkniętej przestrzeni (mieszkania, garaże, piwnice) nie jest prosta, z uwagi na znane i opisane w literaturze zjawisko tworzenia się w zwłokach endogennego cyjanowodoru. W pracy zamieszczono wyniki badań na obecność cyjanowodoru u śmiertelnych ofiar eksplozji i pożaru w kopalni oraz u ofiar pożarów w pomieszczeniach zamkniętych. Jak na to wskazują zebrane przez nas obserwacje, wysoka temperatura otoczenia, w której przebywały zwłoki, a także czas ich przebywania w takich warunkach, nawet przez kilkadziesiąt godzin, skutecznie hamowały procesy autolityczne prowadzące do tworzenia się cyjanowodoru endogennego.

On account of endogenous hydrogen cyanide (HCN) production in the deceased, it is not easy to assess exposure to HCN in people who died in fire involving closed rooms (flats, garages, cellars, etc). In the paper, the authors present the results of blood determinations of hydrogen cyanide in fatalities of explosions and fires occurring in coal-mines, as well as fires in closed rooms. It has been demonstrated that the time of exposure to a high temperature and the temperature itself hamper autolysis processes that lead to production of endogenous HCN in fire fatalities.

Słowa kluczowe:

cyjanowodór endogeny, krew sekcyjna

Key words:

endogenous hydrogen cyanide,
postmortem blood

WSTĘP

Przyczyna śmierci osób w pożarach w zamkniętej przestrzeni jest złożona. Obok działania wysokiej temperatury i związanymi z nią termicznymi urazami, uwzględnić należy toksyczne działanie tlenku węgla powstałego w wyniku niecałkowitego spalania substancji organicznych przy niedoborze tlenu oraz innych toksycznych składników gazów pożarniczych w tym cyjanowodoru [1, 2]. Stwierdzenie obecności cyjanowodoru w zwłokach znalezionych w miejscu pożaru należy traktować krytycznie i ostrożnie. Istniejące w piśmiennictwie obserwacje nad powstawaniem w zwłokach cyjanowodoru wskazują, że różnorodne procesy biochemiczne, w wyniku których powstaje ten ksenobiotyk ograniczone są głównie temperaturą, w której przebywają zwłoki. Powyżej temperatury otoczenia 70-75°C nie obserwowano tworzenia się endogennych cyjanoków [3, 4, 5, 6, 7, 8].

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próby krwi, które pobrano w czasie sekcji zwłok ofiar pożarów oraz katastrof górniczych. Analizę na obecność karboksyhemoglobiny wykonano metodą kolorymetryczną Wolffa przy użyciu spektrofotometru Hitachi 2001, cyjanowodór oznaczono techniką mikrodyfuzji w komorach Conwaya metodą kolorymetryczną w oparciu o reakcję Königa.

WYNIKI BADAŃ

Pierwsza analizowana grupa dotyczyła osób, które zginęły w katastrofach w kopalniach po wybuchu metanu, obejmowała ona także przypadki, w których zwłoki przebywały w wysokiej temperaturze wyrobiska górniczego po zakończonym pożarze w temp. 50-75°C przez kilkadziesiąt godzin [9].

Wyniki badań na obecność cyjanowodoru i kar-

boksyhemoglobiny we krwi śmiertelnych ofiar wybuchów w kopalni zebrano w tabeli I.

Drugą grupę stanowiły osoby, które zginęły w pożarze, a których zwłoki znaleziono w płonącym zamkniętym pomieszczeniu: w mieszkaniu, garażu, piwnicy, samochodzie.

Liczbę przypadków oraz zakres stężeń cyjanowodoru i karboksyhemoglobiny we krwi śmiertelnych ofiar pożarów w zamkniętej przestrzeni przedstawiono w tabeli II.

Tabela I. Wyniki badań krwi śmiertelnych ofiar katastrof górniczych na obecność cyjanowodoru (HCN) i karboksyhemoglobiny (COHb).

Table I. Results of blood tests determining HCN and COHb presence in fatalities of mining disasters.

Rok katastrofy górniczej Year of mining disaster	Liczba ofiar Number of casualties	Wyniki badań Results		
		COHb [%]		HCN
		Liczba analiz dodatnich Number of positive results	Liczba analiz ujemnych Number of negative results	
		Zakres stężeń Concentration range		
2002	10	10 <68-91>	-	nieobecny negative
2006	23	17 <11-83>	6*	nieobecny negative
2009	15	11 <17-92>	4*	nieobecny negative
Razem	48			

* zwłoki ujawniono w obszarze eksplozji, przyczyna zgonu urazowa

* bodies were found in the explosion area, injury as the cause of death

Tabela II. Wyniki badań krwi śmiertelnych ofiar pożarów w zamkniętej przestrzeni na obecność cyjanowodoru (HCN) i karboksyhemoglobiny (COHb).

Table II. Results of blood tests determining HCN and COHb presence in fire fatalities in closed rooms.

Liczba przypadków w latach 2001-2011 Number of cases in 2001-2011 n=100	HCN [$\mu\text{g/ml}$] Zakres stężeń Concentration range	COHb [%] Zakres stężeń Concentration range
52	<1,5-39,8>	<9-86>
13	<2,5-10,7>	nieobecna negative
20	nieobecny negative	<17-83>
15	nieobecny negative	nieobecna negative

DYSKUSJA

Podziemny wybuch metanu w kopalni przynosi kumulacyjny wzrost temperatury dochodzący nawet do 2650°C. Towarzysząca wybuchowi eksplozja pyłu węglowego i wyczerpanie tlenu w wyrobisku górniczym jest powodem wysokiej emisji tlenku węgla, co prowadzi do wzrostu stężenia tego gazu w miejscu eksplozji dochodzącego nawet do 10% [10, 11]. Śmierć osób znajdujących się w obszarze eksplozji może być wynikiem doznanych urazów termicznych i mechanicznych a także toksycznego działania tlenku węgla. W większości zbadanych przez nas przypadków tj. w 38 na 48, stwierdzono obecność karboksyhemoglobiny w zakresie stężeń od 11 do 93% COHb. W dalszych 10 przypadkach analiza krwi na obecność karboksyhemoglobiny była ujemna a zgon osób znajdujących się w centrum eksplozji był wynikiem urazów mechanicznych i termicznych. We wszystkich tych przypadkach nie stwierdzono we krwi obecności cyjanowodoru.

W drugiej grupie osób, które zginęły w pożarze w zamkniętej przestrzeni mieszkania, garażu, samochodu i piwnicy, w 65 przypadkach na 100 przebadanych, stwierdzono obecność cyjanowodo-

ru w zakresie stężeń od 1,5-39,8 $\mu\text{g/ml}$. U 35 osób badanie na obecność cyjanowodoru było negatywne. W tej grupie w 20 przypadkach stwierdzono obecność tylko karboksyhemoglobiny z zakresem stężeń 17-83% COHb, a w 15 przypadkach zgon był następstwem urazów mechanicznych i termicznych przy nieobecności obu tych ksenobiotyków. Stwierdzony w tej grupie cyjanowodór miał charakter egzogeny – powstał on w wyniku termicznego rozkładu przedmiotów użytkowych zawierających tworzywa sztuczne. Za możliwością powstania cyjanowodoru na drodze takiego mechanizmu przemawiają także zebrane przez nas wcześniejsze obserwacje, dotyczące obecności tego ksenobiotyku w powietrzu pobranym z miejsca pożaru w pierwszym okresie akcji ratowniczej. Obecność cyjanowodoru w zakresie stężeń 0,3-3,5 $\mu\text{g/ml}$ stwierdzono również we krwi 16 osób na 32 zbadane – osób, które odratowano z pożaru [2, 12].

WNIOSKI

1. Termiczny rozkład tworzyw sztucznych w zamkniętej przestrzeni, prowadzący do powstania cyjanowodoru, stanowi poważne zagrożenie dla życia

osób znajdujących się w obszarze pożaru. Oznaczony we krwi ofiar pożarów cyjanowodor ma charakter egzogeny.

2. Zebrane obserwacje dla dwóch grup badaw-

czych wskazują, iż wysoka temperatura skutecznie hamuje procesy autolityczne prowadzące do tworzenia się cyjanowodoru endogenego.

PIŚMIENNICTWO

1. Grabowska T., Sybirska H.: Badania nad poziomem cyjanowodoru we krwi osób zmarłych w pożarach. Arch. Med. Sąd. Kryminol. 2000, 50, 1: 39-47.

2. Grabowska T.: Kształtowanie się stężeń cyjanowodoru we krwi osób zmarłych w pożarach. Rozprawa doktorska. Wydział Lekarski ŚAM, Katowice 2002.

3. Gubała W.: Wpływ temperatury na powstawanie endogennych związków toksycznych w aspekcie oceny przyczyny zgonu ofiar pożarów. Arch. Med. Sąd. Kryminol. 1997, 47, 2: 157-162.

4. Karhunen P. J., Lukkari I., Vuori E.: High cyanide level in a homicide victim burned after death: evidence of post mortem diffusion. Forensic Sci Int. 49, 1991: 179-183.

5. Norris J. C., Moore S. J., Hume A. S.: Synergistic lethality induced by the combination of carbon monoxide and cyanide. Toxicology. 1986 Aug. 40, 2: 121-129.

6. Grabowska T., Sybirska H.: The role of endogenous hydrogen cyanide in forensic medical appraisal and interpretation of fire victims. Problems of Forensic Sciences. 2003, 54: 82-92.

7. Seto Y.: Stability and spontaneous production

of blood cyanide during heating. J Forens Sci. 1966, 41: 465-468.

8. Kała M., Chudzikiewicz E.: The influence of post-mortem changes in biological material on interpretation of toxicological analysis results. Problems of Forensic Sciences. 2003, 54: 32- 59.

9. Skowronek R., Chowaniec Cz.: Rola zadania i przydatności ustaleń medyczno-sądowych w postępowaniu powypadkowym w przypadkach urazowych zgonów w górnictwie węgla kamiennego. Arch. Med. Sąd. Kryminol. 2009, 59, 2: 101-111.

10. Mikhaïlovskii IaA., Shevchenko V. V., Stepanova R. A., Pavlova IuS., Karmushina G. V.: The forensic medical expertise of carbon monoxide poisonings in the cases of the explosion of methane and coal dust in a mine. Sud. Med. Eksp. 1991, 34, 3: 39-40.

11. Mikhaïlovskii IaA., Shevchenko V. V., Stepanova R. A., Pavlova IuS., Karmushina G. V.: The forensic medical expertise of fatal mechanical trauma in cases of methane and coal dust explosion in a mine. Sud. Med. Ekspert. 1992, 35, 3: 14-16.

12. Grabowska T., Sybirska H., Maliński M.: Próba oceny ryzyka śmiertelnego zatrucia na podstawie kształtowania się stężenia cyjanowodoru i karboksyhemoglobiny we krwi ofiar pożarów. Arch. Med. Sąd. Kryminol. 2003, 53: 19-17.

Teresa Grabowska
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej
ul. Medyków 18
50-752 Katowice
e-mail: tgrabowska@sum.edu.pl