

Zofia Wardaszka, Anna Niemcunowicz-Janica, Jerzy Janica, Ewa Koc-Żórawska

Stężenia tlenu węgla i cyjanowodoru we krwi osób zmarłych w pożarach w materiale ZMS AM w Białymstoku

Levels of carbon monoxide and hydrogen cyanide in blood of fire victims in the autopsy material of the Department of Forensic Medicine, Medical University of Białystok

Z Zakładu Medycyny Sądowej Akademii Medycznej w Białymstoku
Kierownik: prof. dr hab. Jerzy Janica

W pracy przedstawiono wyniki badań karboksyhemoglobiny i cyjanowodoru we krwi pobranej w czasie sekcji zwłok 64 osób zmarłych wskutek pożarów w pomieszczeniach zamkniętych. W 26 przypadkach stwierdzono dodatni poziom cyjanowodoru, a w 52 wykazano obecność karboksyhemoglobiny. Oznaczony poziom cyjanowodoru kształtował się w zakresie 0,8-39,2 µg/l, natomiast poziom karboksyhemoglobiny – 16,0-85,0 %.

The authors present the results of toxicological examination of blood of fatal victims of fires in "closed" spaces. Hydrogen cyanide was present in 26 out of 64 postmortem blood samples. COHb was found in 52 cases. The hydrogen cyanide levels ranged from 0,8 to 39,2 µg/l, the COHb levels ranged from 16,0 to 85,0 %. The level of hydrogen cyanide was determined by the pyrazolopyridine method modified by Nedoma, and the COHb level was determined by the Wolff method.

Słowa kluczowe: tlenek węgla, cyjanowodór, karboksyhemoglobina, pożar
Key words: carbon monoxide, hydrogen cyanide, carboxyhemoglobin, fire

WSTĘP

Przyczyny prowadzące do śmierci w pożarze są różnorodne i często występują między nimi zależności. Szczególnie niebezpieczne są pożary w pomieszczeniach zamkniętych, w których podczas spalania znajdujących się tam przedmiotów docho-

dzi do wytwarzania dużej ilości dymów i gazów trujących. Wśród nich najbardziej toksyczne to tlenek węgla i cyjanowodór [1, 2, 7, 12, 14].

Rola tlenu węgla w występowaniu śmiertelnych zatruc w pożarach znana jest powszechnie od dawna. W takich przypadkach karboksyhemoglobinę we krwi oznacza się rutynowo. Oznaczanie poziomu cyjanków we krwi ofiar pożarów wykonuje się natomiast rzadko, chociaż wielu autorów [5, 6, 7, 12, 14] wykazuje przydatność tego badania do sądo-lekarskiej oceny przyczyny zgonu w pożarze w zamkniętej przestrzeni.

Cyjanowodór to trucizna o szybkim działaniu – wdychany w małym pomieszczeniu w dużych stężeniach, może spowodować śmierć w ciągu kilku minut [2, 4].

Ilość powstającego w pożarze cyjanowodoru zależy od rodzaju płonących materiałów: najwięcej tego związku wydziela się z materiałów zawierających azot i węgiel, szczególnie żywic typu poliamidów i poliakrylonitrylowych oraz wełny [5, 7].

Zgon może być spowodowany ostrym zatruciem cyjanowodorem lub, przy niewystarczającym jego stężeniu, działaniem tlenu węgla względnie innych substancji toksycznych powstających w trakcie palenia się otoczenia. Stwierdzone wysokie stężenie cyjanków we krwi wskazuje bezpośrednio na przyczynę zgonu. Niskie stężenie cyjanowodoru w atmosferze pożaru wywołuje niewydolność ruchową, która uniemożliwia opuszczenie miejsca zdarzenia i powoduje, że ofiara nadal jest narażona na działanie innych gazów toksycznych oraz bezpośrednie oddziaływanie otwartego ognia [7].

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano krew pobraną podczas sekcji zwłok 64 osób zmarłych w pożarach w latach 2002-kwiecień 2004. We wszystkich próbach krwi oznaczono zawartość karboksyhemoglobiny i cyjanowodoru w krótkim czasie po przeprowadzeniu sekcji zwłok. Badanie ilościowe na zawartość karboksyhemoglobiny wykonano metodą Wolffa [9], natomiast zawartość cyjanowodoru oznaczano metodą mikrodyfuzyjną z odczynnikami pirydynopirazolonowym wg Nedomy [10, 11].

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W analizowanym okresie stwierdzono 64 przypadki zgonów w pożarach. W większości były to pożary mieszkań i budynków mieszkalnych, w dwóch przypadkach – budynków gospodarczych, w jednym przypadku – szkoły, dwa razy wystąpił pożar samochodów.

W 52 przypadkach (81,2 %) zanotowano dodatni poziom COHb, który kształtował się w zakresie – 16-85 %. Obecność jonów cyjankowych wykryto u 26 osób (40,6 %), a stężenie HCN zawierało się w szerokich granicach 0,8-39,2 µg/l. Szczegółowe wyniki badań na zawartość COHb i HCN u ofiar pożarów przedstawia tabela I.

Tabela I. Obecność COHb i CN we krwi ofiar pożarów w latach 2002-kwiecień 2004.

Table I. COHb and CN blood levels of fire victims in years 2002-2004 (April).

Rok Year	Ogólna liczba badań Total number of analyses	Liczba prób krwi z COHb Number of blood samples with COHb		Liczba prób krwi z CN Number of blood samples with CN	
		COHb dodatnia COHb positive	COHb ujemna COHb negative	CN dodatnie CN positive	CN ujemne CN negative
2002	27	22	5	12	15
2003	28	24	4	10	18
2004 (4 m-ce)	9	6	3	4	5
Razem Total	64	52	12	26	38

W 22 próbach krwi (34,4 %) wykryto obecność karboksyhemoglobiny i cyjanowodoru równocześnie. Średnie stężenie COHb wynosiło tu 52,9 % przy średnim stężeniu HCN 5,8 µg/l (tabela II).

Tabela II. Stężenia COHb i CN występujących jednocześnie we krwi ofiar pożarów.

Table II. COHb and CN blood concentrations in fire victims.

Rok Year	Ogólna liczba badań Total number of analyses	Liczba prób krwi z COHb i CN Number of blood samples with COHb and CN	Stężenie COHb (%) COHb concentrations (%)	Stężenie CN (µg/l) CN concentrations (µg/l)
2002	27	11	54,2 (16,0-81,0)	6,5 (0,8-39,2)
2003	28	9	54,0 (15,0-83,0)	5,5 (0,8-20,1)
2004 (4 m-ce)	9	2	40,0 (25,0-56,0)	2,8 (2,6-3,1)
Razem Total	64	22	52,9	5,8

U 4 ofiar pożarów (6,2 %) stwierdzono dodatni poziom jonów cyjankowych przy nieobecnej karboksyhemoglobinie. U tych osób stężenia HCN zawierały się w przedziale 0,8-4,2 µg/l, przy średniej wartości 2,5 µg/l (tabela III).

Tabela III. Kształtowanie się poziomu cyjanków we krwi osób, u których nie stwierdzono COHb.

Table III. Cyanides levels in blood with no COHb.

Rok Year	Ogólna liczba badań z dodatnim poziomem CN Total number of positive CN results	Liczba badań z dodatnim poziomem CN (COHb ujemna) Number of positive CN results (COHb negative)	Średnie stężenie CN (µg/l) Mean CN concentration (µg/l)
2002	12	1	1,2
2003	10	1	4,1
2004 (4 m-ce)	4	2	2,5 (0,8-4,2)
Razem Total	26	4	2,5

Zaobserwowano też 30 przypadków (46,9 %) zgonów w pożarach, gdzie nie wykryto cyjanowodoru, natomiast we krwi obecna była karboksyhemoglobina. Jej średnie stężenie wynosiło 65,4 % i kształtowało się w granicach 55,7-82,3 % (tabela IV).

Tabela IV. Kształtowanie się poziomu COHb we krwi osób, u których nie stwierdzono cyjanoków.

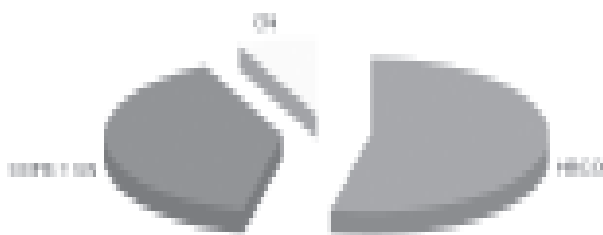
Table 4. COHb blood levels in blood with no CN.

Rok Year	Ogólna liczba badań z dodatnim poziomem COHb Total number of positive COHb results	Liczba badań z dodatnim poziomem COHb (CN ujemne) Number of positive COHb results (CN negative)	Średnie stężenie COHb (%) Mean CN concentration (%)
2002	22	11	62,4
2003	24	15	67,1
2004 (4 m-ce)	6	4	76,2
Razem Total	52	30	65,4

Wyniki badań karboksyhemoglobiny i cyjanoków we krwi ofiar pożarów przedstawia ryc. 1.

Ryc. 1. Obecność COHb i CN we krwi ofiar pożarów w latach 2002-kwiecień 2004.

Fig. 1. COHb and CN blood levels in fire victims in years 2002-2004 (April).



Powyższe wyniki wskazują, że zatrucia śmiertelne w pożarze w przestrzeni zamkniętej mogą być spowodowane działaniem zarówno tlenku węgla jak i cyjanowodoru.

We krwi blisko połowy ofiar zatruc (46,9 %) wykazano obecność samej karboksyhemoglobiny, co świadczy, że za ich śmierć odpowiedzialny jest tlenek węgla.

W stosunkowo licznej grupie (34,4 %) zaobserwowano jednocześnie wysokie stężenia karboksyhemoglobiny i cyjanowodoru. Ich średnie wartości wynosiły odpowiednio 52,9 % i 5,8 µg/l. Wystąpiła

korelacja między poziomem karboksyhemoglobiny i cyjanowodoru. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy: wg Grabowskiej i wsp. [5, 6] związki te wywierają addytywny toksyczny wpływ na ludzi znajdujących się w obszarze pożaru, stwierdzono też doświadczalnie, że toksyczność CO i HCN zależy od proporcji ich stężeń w atmosferze – jeżeli stężenia obu gazów bliskie są śmiertelnym mogą wywierać wspólny wpływ, jednakże w stopniu mniejszym niż addytywny [7].

U 4 ofiar pożarów (6,2 %) przyczyną śmiertelnego zatrucia był cyjanowodór, nie wykazano obecności karboksyhemoglobiny w ich krwi.

WNIOSKI

1. Cyjanowodór, który powstaje wskutek palenia się niektórych materiałów w zamkniętych pomieszczeniach stanowi, obok tlenku węgla, poważne zagrożenie dla życia osób, które tam się znajdują.

2. Działanie toksyczne powstałych podczas pożarów tlenku węgla i cyjanowodoru może mieć charakter addycyjny.

3. Wydaje się konieczne, aby we krwi ofiar pożarów obok zawartości COHb oznaczać cyjanowodór. Jego obecność może ułatwić wyjaśnienie przyczyn zgonu, zwłaszcza przy niskich poziomach COHb.

PIŚMIENNICTWO

1. Baud F. J., Barriot P., Toffis V., et al: Elevated blood cyanide concentrations in victims of smoke inhalation. *N. Engl. J. Med.* 1991 Dec 19; 325(25): 1761-6.

2. Bogdanik T.: Toksykologia Kliniczna PZWL, Warszawa 1988.

3. Clark C. J., Campbell D., Reid W. H.: Blood carboxyhaemoglobin and cyanide levels in fire survivors. *Lancet* 1981 Jun 20; 1(8234): 1332-5.

4. DiMaio V., DiMaio D.: Medycyna Sądowa. Wyd. Med. Urban&Partner. Wrocław 2003.

5. Grabowska T., Sybirska H.: Badania nad poziomem cyjanowodoru we krwi osób zmarłych w pożarach. *Arch. Med. Sąd. i Krym.* 2000, 1, 40-47.

6. 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. i Krym.* 2003, 1, 9-17.

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

8. Marek Z., Kłys M.: Opiniowanie sądowo-lekarskie i toksykologiczne. Kantor Wydawniczy Zakamycze, Kraków, 1998.

9. Markiewicz J.: Oznaczanie tlenku węgla we krwi sekcyjnej. Arch. Med. Sąd. i Krym. 1974, 24, 5-7.

10. Nedoma J.: Metoda wykrywania cyjanków w rozłożonym gnilnie materiale biologicznym. Z Zagadnień Kryminalistyki. 1968, III, 39-46.

11. Nedoma J.: Ocena wyników oznaczeń zawartości cyjanowodoru w ekspertyzie toksykologicznej. Praca doktorska, Kraków 1969.

12. Szczepańska K., Pufal E.: Zatrucie tlenkiem węgla i jonami cyjankowymi w pożarach. Arch. Med. Sąd. i Krym. 1992, 4, 274-277.

13. Yeoh M. J., Braitberg G.: Carbon monoxide and cyanide poisoning in fire related deaths in Victoria, Australia. J. Toxicol. Clin., Toxicol. 2004, 42(6): 855-63.

14. Yoschida M., Adachi J., Watabiki T., Tatsuno Y., Ischida N.: A study on house fire victims: age, carboxyhaemoglobin, hydrogen cyanide and hemolysis. Forensi. Sc. Int. 1991, 52, 13-20.