

Robert Gałązkowski<sup>1</sup>  
Arkadiusz Wejnarski<sup>2</sup>  
Ignacy Baumberg<sup>3</sup>  
Stanisław Świeżewski<sup>2</sup>  
Dariusz Timler<sup>3</sup>

## WPŁYW PRZEDSZPITALNEGO ZASTOSOWANIA NIEINWAZYJNEGO POMIARU KARBOKSYHEMOGLOBINY NA DZIAŁANIA RATUNKOWE W ZDARZENIACH MNOGICH I MASOWYCH – OPIS PRZYPADKU

THE INFLUENCE OF THE PRE-HOSPITAL APPLICATION OF NON-INVASIVE MEASUREMENTS OF CARBOXYHEMOGLOBIN IN THE PRACTICE OF EMERGENCY MEDICAL SERVICES IN MULTIPLE AND MASS CASUALTY INCIDENTS (MCI) – A CASE REPORT

<sup>1</sup> Warszawski Uniwersytet Medyczny / Medical University of Warsaw, Warszawa, Poland  
Zakład Ratownictwa Medycznego / Department of Emergency Medical Services

<sup>2</sup> Falck Medycyna / Falck Medicine, Warszawa, Poland  
SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe / Polish Medical Air Rescue

<sup>3</sup> Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland  
Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof / Department of Emergency Medicine and Disaster Medicine

### STRESZCZENIE

W 2013 r. w Henryszewie, miejscowości oddalonej o 5 km od szpitala powiatowego w Żyrardowie, miał miejsce pożar Domu Pomocy Społecznej (DPS), w którym przebywało 52 pensjonariuszy i 16 osób personelu. Z uwagi na dużą liczbę poszkodowanych przyjęto możliwość masowego charakteru zdarzenia. W akcji ratunkowej uczestniczyły – zastępy Państwowej Straży Pożarnej, zespoły ratownictwa medycznego, śmigłowce Lotniczego Pogotowia Ratunkowego, policja i personel DPS. Priorytetem była ewakuacja mieszkańców DPS przeprowadzona przez jego personel i strażaków, ugaszenie pożaru oraz pierwotna, a następnie wtórna segregacja medyczna, która ze względu na wyjściowy stan poszkodowanych była znacznie utrudniona. Decydujący okazał się nieinwazyjny pomiar karboksyhemoglobiny u wszystkich poszkodowanych, który umożliwił prawidłowe diagnozowanie pacjentów oraz wdrożenie adekwatnego postępowania. Akcja ratunkowa była przeprowadzona prawidłowo i stanowiła dla podmiotów ratowniczych poważne przedsięwzięcie logistyczno-techniczne. Ostatecznie u pensjonariuszy nie wykryto objawów zatrucia tlenkiem węgla, wobec czego 46 pensjonariuszy bezpiecznie wróciło do budynku. Wyposażenie wszystkich zespołów ratownictwa medycznego w zestawy do segregacji medycznej oraz możliwości diagnostyczne zespołów Lotniczego Pogotowia Ratunkowego w zakresie nieinwazyjnego pomiaru karboksyhemoglobiny umożliwiły skuteczne postępowanie w podejrzeniu zatrucia tlenkiem węgla i odstąpienie od skomplikowanych i kosztownych przedsięwzięć organizacyjnych. Med. Pr. 2014;65(2):289–295

**Słowa kluczowe:** karboksyhemoglobina, pulsoksymetr SpCO, zdarzenia masowe, ratownictwo medyczne, Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, tlenek węgla

### ABSTRACT

In 2013 a fire broke out in the Nursing Home (NH) in the Henryszew village 5 km away from the district hospital in Żyrardów. At the time of the incident 52 residents and 16 staff members were present in the building. Due to a large number of casualties, the occurrence was classified as a potentially mass casualty incident (MCI). Troops of the State Fire Brigade, Paramedic Rescue Squads, choppers of the Helicopter Emergency Medical Service, the Police, and the NH staff took part in the rescue operation. The priority was given to the evacuation of the NH residents carried out by the NH staff and firefighters, extinguishing the fire, as well as to primary and secondary survey triage. Due to the pre-accident health state of the victims, the latter posed a considerable difficulty. A decisive role was played by the need to conduct non-invasive measurements of carboxyhemoglobin in all the casualties, which then made it possible to adequately diagnose the patients and implement proper procedures. The rescue operation was correctly followed although it proved to be a serious logistical and technical undertaking for the participating emergency services. The residents were not found to be suffering from carbon monoxide poisoning, therefore 46 of the residents safely returned to the building. The fact that all the Paramedic Rescue Squads were equipped with medical triage sets and were able to conduct non-invasive measurements of carboxyhemoglobin made it possible to introduce effective procedures in the cases of suspected carbon monoxide poisoning and abandon costly and complicated organisational procedures when they proved to be unnecessary. Med Pr 2014;65(2):289–295

**Key words:** carboxyhemoglobin, pulse SpCO oximeter, mass casualty incident (MCI), medical rescue services, Helicopter Emergency Medical Service, carbon monoxide

Autor do korespondencji / Corresponding author: Arkadiusz Wejnarski, Falck Medycyna, SP ZOZ Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, ul. Księżykowa 5, 01-934 Warszawa, e-mail: a.wejnarski@lpr.com.pl  
Nadesłano: 11 marca 2014, zatwierdzono: 31 marca 2014

## WSTĘP

Medyczne czynności ratunkowe realizowane wobec pacjentów w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego muszą być adekwatne do postawionej diagnozy. Zespół ratownictwa medycznego (ZRM), jeśli pojawi się na miejscu zdarzenia masowego jako pierwszy, musi dokonać szybkiej analizy bezpieczeństwa własnego i pacjentów, a następnie przeprowadzić pierwotną segregację medyczną. To działanie ma kluczowe znaczenie dla skuteczności i dynamiki prowadzonej akcji ratunkowej. Istotne jest również zastosowanie na miejscu zdarzenia dostępnych metod diagnostycznych.

Dynamiczny rozwój ratownictwa medycznego, wysoki poziom wykszolenia służb ratunkowych, a także stale udoskonalany sprzęt ratowniczy umożliwiają przeprowadzenie nieinwazyjnego badania poziomu karboksyhemoglobiny (COHb) już na miejscu zdarzenia. Pozwala to realnie ocenić stan poszkodowanych, którzy są narażeni na ekspozycję na gazy pożarowe, i ewentualnie podjąć decyzję o transporcie pacjentów do ośrodków hiperbarycznych. Działania w nagłych zdarzeniach, które wymagają współpracy kilku podmiotów ratowniczych, muszą być właściwie koordynowane, włącznie z powołaniem sztabu akcji ratunkowej. Wielokierunkowe spojrzenie na sytuację ratowniczą, jej ciągła analiza i właściwa ocena prowadzą do zoptymalizowania decyzji podejmowanych przez sztab albo osobę kierującą akcją prowadzenia medycznych czynności ratunkowych.

## OPIS PRZYPADKU

W dniu 24 maja 2013 r. o godz. 9:35 do stanowiska kierowania Komendanta Powiatowego Państwowej Straży Pożarnej w Grodzisku Mazowieckim (SKKP PSP) wpłynęło zgłoszenie o pożarze Domu Pomocy Społecznej w miejscowości Henryszew, w gminie Jaktorów. Objęty pożarem miał być dach i pokój na poddaszu. Z wywiadu pozyskanego od osoby zgłaszającej wynikało, że w palącym się budynku znajduje się 54 pensjonariuszy i 16 osób personelu.

Biorąc pod uwagę charakter, specyfikę i rozmiar zdarzenia, oficer dyżurny SKKP PSP niezwłocznie zadysponował dostępne jednostki ratowniczo-gaśnicze (JRG) i przekazał zgłoszenie do Centrum Dyspozytorskiego Pogotowia Ratunkowego (CD PR) w Grodzisku Mazowieckim (Rejon 06) (1,2). Zadysponowano także zespoły ratownictwa medycznego (ZRM). W czasie dojazdu pierwszych jednostek ratowniczych dyżurny PSP oraz dyspozytor pogotowia ratunkowe-

go (PR) dysponowali na miejsce zdarzenia kolejne siły i środki, pozostając ze sobą w stałym kontakcie (1,2). Poinformowano Wojewódzkie Stanowisko Koordynacji Ratownictwa (WSKR), w którym dyżurny operacyjny województwa wezwał Specjalistyczną Sekcję Ratownictwa Medycznego z Warszawy (1).

Kilka minut później, analizując przebieg sytuacji, dyspozytor pogotowia ratunkowego w Grodzisku Mazowieckim wezwał załogę Lotniczego Pogotowia Ratunkowego z bazy HEMS (Helicopter Emergency Medical Service) w Łodzi (Ratownik 16<sup>1</sup>) (3). Z informacji uzyskanych od dyspozytora PR wynikało, że w wyniku pożaru poszkodowanych mogło być ponad 50 osób wymagających pilnej ewakuacji i transportu do szpitali (2). W oparciu o bieżącą analizę zdarzenia Centrum Operacyjne Lotniczego Pogotowia Ratunkowego (CO LPR) zaangażowało 2 dodatkowe zespoły HEMS z baz w Warszawie i Płocku. Wezwanie 2 dodatkowych śmigłowców było podyktowane skalą zdarzenia wynikającą z liczby poszkodowanych, stosunkowo ubogą wiedzą na temat ich stanu (na etapie podejmowania decyzji) oraz potencjalną potrzebą ich transportu do szpitali specjalistycznych. Do dyspozycji CO LPR był również samolot ratunkowy stacjonujący w Warszawie na Lotnisku Chopina (3).

Po przybyciu na miejsce zdarzenia ratownicy PSP natychmiast rozpoczęły czynności ratunkowe. W wyniku przeprowadzonego rozpoznania dowódca JRG Żyrardów, który był pierwszym Kierującym Działaniami Ratowniczymi (KDR), ustalił, że 20 osób zostało ewakuowanych poza strefę zagrożenia siłami personelu medycznego DPS, a 42 osoby nadal pozostają w budynku. Po kilku minutach zlokalizowano miejsce, rodzaj i wielkość pożaru. Na 1. piętrze i poddaszu występowało silne zadymienie i wysoka temperatura. Na etapie rozpoznania zagrożenia za przyczynę pożaru uznano nieszczelność przewodu kominowego od kominka na paliwo stałe. Wdrożono czynności polegające na podawaniu środków gaśniczych (1).

Żeby akcja ratunkowa przebiegała sprawnie, miejsce zdarzenia zostało podzielone przez KDR na 2 odcinki bojowe – I odcinek bojowy, gdzie prowadzono działania ratowniczo-gaśnicze i II odcinek bojowy, gdzie udzielano poszkodowanym kwalifikowanej pierwszej pomocy (KPP) oraz skąd transportowano poszkodowanych (na prośbę personelu medycznego) do karetek.

<sup>1</sup> Kryptonim śmigłowca ratunkowego stacjonującego w określonej bazie, mieście, województwie. Posługują się nim wszystkie służby ratownicze.

Poza strefą zagrożenia rozstawiono 2 namioty ewakuacyjne, a także zabezpieczono lądowisko statków powietrznych Lotniczego Pogotowia Ratunkowego (1).

Centrum Operacyjne Lotniczego Pogotowia Ratunkowego od momentu wezwania do rozpoczęcia akcji pierwszego śmigłowca podjęło ustalenia z ośrodkami leczenia oparzeń i ośrodkami medycyny hiperbarycznej dotyczące ewentualnych możliwości leczenia pacjentów. Pod uwagę brano bieżące możliwości terapeutyczne ośrodków w zakresie przyjęcia dużej liczby poszkodowanych w stanie nagłego zagrożenia zdrowotnego (3).

O godz. 10:28 w miejscu zdarzenia wylądował pierwszy lotniczy zespół ratownictwa medycznego (LZRM) HEMS Łódź. Następnie już po 5 i 11 min wylądowały pozostałe śmigłowce – kolejno HEMS Warszawa (Ratownik 12) i HEMS Płock (Ratownik 18) (3).

Jak wynikało z informacji KDR, w chwili przybycia HEMS Łódź działania gaśnicze były zakończone, natomiast odbywała się ewakuacja i transport poszkodowanych do namiotu PSP (początkowo miejscem zbiórki, niezagrożonym pożarem był hol na parterze, następnie poszkodowanych przenoszono do namiotów) (1,3). Lekarz (a do chwili przybycia HEMS Łódź – koordynator medycznych działań ratowniczych – KMDR), przybyły na miejsce zdarzenia pierwszym specjalistycznym zespołem ratownictwa medycznego (SZRM), zakwalifikował 2 osoby do grupy czerwonej, a następnie tych samych pacjentów do grupy żółtej. Pacjenci zostali przetransportowani do pobliskiego szpitala w Żyrardowie. Kolejna osoba – z grupy czerwonej – została zabezpieczana w karetce (nieprzytomna – NPT, Glasgow Coma Scale – GCS: 8) i rozważano wykonanie intubacji dotchawiczej (2,3). Po szczegółowej analizie stanu pacjentki i parametrów życiowych odstąpiono od intubacji, rozpoczynając tlenoterapię bierną i monitorowanie stanu chorej (3).

Z uwagi na konieczność współpracy z kierującym działaniami ratowniczymi lekarz HEMS Łódź przejął obowiązki KMDR (3).

Obecne na miejscu załogi ZRM i HEMS uczestniczyły w pierwotnej segregacji medycznej w okolicy budynku DPS oraz w namiocie ewakuacyjnym PSP. Segregacji dokonano w oparciu o zmodyfikowany dla potrzeb Lotniczego Pogotowia Ratunkowego system START (simple triage and rapid treatment – prosta i sprawna segregacja poszkodowanych). Jest on często wykorzystywany w Polsce (5) i polega na ocenie świadomości, częstości oddechów, obecności tętna na tętnicy promieniowej bądź ocenie czasu powrotu krążenia włóscinkowego (6).

Ocenie poddano wszystkich obecnych na miejscu 50 pensjonariuszy. Z uwagi na ograniczoną sprawność intelektualną osób prawdopodobnie ekspozowanych na gazy pożarowe większość poszkodowanych oznaczono w procesie segregacji pierwotnej kolorem żółtym. Na polecenie lekarza HEMS Łódź (KMDR) u wszystkich poszkodowanych przeprowadzono badanie poziomu karboksyhemoglobiny i saturacji z wykorzystaniem sprzętu znajdującego się w wyposażeniu śmigłowców Lotniczego Pogotowia Ratunkowego. Badanie obu parametrów nie wykazało wartości alarmowych. W niektórych przypadkach zbadano również poziom glikemii, ciśnienie tętnicze krwi (CTK), czynność serca i wdrożono adekwatnie postępowanie terapeutyczne (2,3).

Ostatecznie po zweryfikowaniu liczby poszkodowanych, sprawdzeniu ich personaliów oraz porównaniu z aktualną listą mieszkańców DPS ustalono, że w budynku podczas pożaru przebywało 52 pensjonariuszy. Do namiotów ewakuowano 51 osób. Jedna osoba pozostała w budynku poza strefą zagrożenia, pod opieką pielęgniarki DPS (1,3).

Ze względu na liczne obciążenia zdrowotne poszkodowanych segregacji wtórnej dokonano w obecności personelu DPS, znającego uprzedni stan zdrowotny pensjonariuszy. W wyniku przeprowadzonej wtórnej segregacji medycznej (po wdrożeniu medycznych czynności ratunkowych) przez naziemne i lotnicze ZRM 1 pacjenta zakwalifikowano do grupy czerwonej (zaburzenia świadomości), 5 pacjentów do grupy żółtej, a 46 pacjentów do grupy zielonej. Podjęto również decyzję o transporcie pacjenta z grupy czerwonej SZRM do Specjalistycznego Szpitala Zachodniego w Grodzisku Mazowieckim (3).

Podczas akcji ratunkowej został powołany sztab medyczny, który po przeanalizowaniu bieżącej sytuacji zdecydował o zmniejszeniu liczby ZRM potrzebnych na miejscu do 1 SZRM, 2 podstawowych zespołów ratownictwa medycznego (PZRM) oraz zespołu HEMS Warszawa (Ratownik 12). Skutkiem tej decyzji było odtworzenie gotowości zespołów w swoich rejonach operacyjnych. Obowiązki KMDR zostały przydzielone o godz. 11:15 lekarzowi HEMS Warszawa, przeszkolonemu w zakresie działań w zdarzeniach mnogich i masowych oraz w zakresie współdziałania z KDR. Nadzorującym poszkodowanych i jednocześnie kwalifikującym do powrotu do DPS został lekarz SZRM (2,3).

Podczas akcji gaśniczej w celu wykrycia CO i ewentualnego ukrytego pożaru zastosowano sprzęt spe-

cialistyczny (czujniki Multipro – detektor 4 gazów, Tox CO – detektor obecności tlenku węgla, kamerę termowizyjną – lokalizacja ukrytego pożaru). Po zakończeniu akcji, oddymieniu i przewietrzeniu pomieszczeń Domu Pomocy Społecznej, potwierdzeniu przez KDR braku zagrożeń związanych z emisją tlenku węgla i cyjanowodoru (HCN) w budynku oraz po przeprowadzeniu badań diagnostycznych u wszystkich pensjonariuszy KMDR podjął decyzję o przeniesieniu 43 pacjentów do budynku DPS (1–3).

O godz. 11:23 miejsce zdarzenia opuścił Ratownik 16, który podczas lotu powrotnego do bazy w Łodzi został wezwany do kolejnego zdarzenia. Ratownik 18 miejsce zdarzenia opuścił o godz. 11:25 (3).

Ostatecznie w pożarze ucierpiało 6 osób, które zostały przetransportowane siłami naziemnych ZRM do okolicznych szpitali. Trzy osoby przekazano do Specjalistycznego Szpitala Zachodniego w Grodzisku Mazowieckim, a 3 kolejne do szpitala powiatowego w Żyrardowie. Dwie osoby zostały zabrane przez rodziny do domów (1–3).

O godz. 12:05 zakończono akcję udzielania medycznych czynności ratowniczych (3). Koniec całej akcji ratunkowej nastąpił o godz. 14:52 (1).

W akcji ratowniczej brały udział 3 śmigłowce ratunkowe (9 osób) (1–3), 20 jednostek ratowniczo-gaśniczych (70 osób), 8 jednostek Ochotniczej Straży Pożarnej Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego (24 osoby) (1), 8 zespołów ratownictwa medycznego (31 osób) (1,2), 8 radiowozów policji (16 osób), 6 specjalistycznych jednostek Państwowej Straży Pożarnej (19 osób), Specjalistyczna Sekcja Ratownictwa Medycznego (14 osób) (1) oraz 16 osób personelu DPS (1,3).

## OMÓWIENIE

Proces spalania, związany w większości przypadków z emisją dymu, może spowodować pojawienie się tlenku węgla w atmosferze otaczającej poszkodowanego. Na miejscu zdarzenia, któremu towarzyszy pożar, podczas diagnostyki i zaopatrywania poszkodowanych należy w każdym przypadku pożaru podejrzewać wziewne zatrucie gazami pożarowymi, w tym tlenkiem węgla (7,8).

Tlenek węgla wymaga wzmożonej uwagi, ponieważ podczas pożaru jest najczęstszym czynnikiem wywołującym zatrucie i zgony (9). Jest gazem bezbarwnym, bezwonny i wykazuje ponad 200-krotnie wyższe powinowactwo do hemoglobiny niż tlen (10). Objawy zatrucia są różnicowane. Zwykle występują ból i zawroty głowy, zaburzenia koncentracji, pobudzenie,

utrata przytomności, drgawki, duszność, tachykardia, arytmie, ostry zespół wieńcowy (z nagłym zatrzymaniem krążenia (NZK) włącznie), śpiączka, nudności, wymioty, a także zgon (10,11). Najbardziej wrażliwe na niedotlenienie związane z zatruciem CO są ośrodkowy układ nerwowy i serce (10).

Pożar, który miał miejsce w Domu Pomocy Społecznej, spełnił kryteria zdarzenia mnogiego. Mamy z nim do czynienia wtedy, gdy siły i środki na miejscu zdarzenia są wystarczające do udzielenia pomocy poszkodowanym wymagającym natychmiastowej pomocy (priorytet w działaniach terapeutyczno-transportowych). W zdarzeniu masowym, w odróżnieniu od mnogiego, liczba poszkodowanych z grupy czerwonej przewyższa możliwości podmiotów ratowniczych obecnych w danej fazie działań w miejscu zdarzenia. Z tego powodu pierwszoplanowym celem jest przeprowadzenie prawidłowej pierwotnej segregacji medycznej (12,13).

W opisywanym przypadku w początkowej fazie akcji ratunkowej kluczowa była ewakuacja pensjonariuszy DPS poza strefę zagrożeń związanych z pożarem – promieniowania cieplnego, emisji gazów pożarowych i dymu i obniżonej zawartości tlenu w mieszaninie oddechowej (3). Im szybciej przeprowadzona ewakuacja, tym krótszy jest czas ekspozycji poszkodowanych na toksyczny gaz. Czynnikiem, który również mógł znacząco wpłynąć na stan poszkodowanych, mogło być stężenie CO (10). W tym wypadku ewakuacja była prowadzona przez personel medyczny DPS, a po przybyciu PSP także przez strażaków, do pneumatycznych namiotów ewakuacyjnych (1).

Priorytetowe stało się również znalezienie i rozpoznanie źródła zagrożenia, a po zlokalizowaniu pożaru – jego natychmiastowe ugaszenie odpowiednimi środkami gaśniczymi. Nie można było wykluczyć u osób poszkodowanych zatrucia CO.

W rozpoznaniu zatrucia CO ważne są zarówno wywiad, okoliczności zdarzenia, jak i obraz kliniczny każdego pacjenta. Trudności mogło powodować to, że w opisywanym zdarzeniu grupą potencjalnie zatrutych CO byli poszkodowani z licznymi obciążeniami neurologicznymi. Wielu z nich to osoby w podeszłym wieku (bardziej wrażliwe na działanie CO) (10,14), przewlekle leżące, bez możliwości samodzielnego poruszania się lub zaburzeniami orientacji czasu, przestrzeni i percepcji własnej osoby (1–3).

W trakcie segregacji medycznej istniało ryzyko, że koordynator medycznych działań ratowniczych – nie mając informacji na temat uprzedniego stanu po-



szkodowanych – może większość z nich zakwalifikować do grupy czerwonej, wymagającej natychmiastowej interwencji ratowniczej i transportu do szpitala. W przynajmniej kilku przypadkach brak kontaktu logiczno-słownego z pacjentami mógł stać się jednym ze wskazań do wdrożenia zaawansowanych procedur medycznych, np. inwazyjnego udroźniania dróg oddechowych. Z tego powodu w opisywanym przypadku właściwe było zaangażowanie personelu DPS (jego część to pielęgniarki) do współdziałania przy segregacji medycznej (1,3). Dzięki temu możliwa była indywidualna weryfikacja oceny stanu neurologicznego poszkodowanych, oznaczonych w procesie segregacji pierwotnej kolorem żółtym. Pozwoliło to na odstąpienie od zaawansowanych procedur ratunkowych, które nie były konieczne do uzyskania poprawy stanu pacjentów.

Podczas akcji ratunkowej przy jednoczesnej ocenie klinicznej przeprowadzono kilka badań diagnostycznych – wysycenia hemoglobiny tlenem ( $SpO_2$ ), CTK, czynności serca i glikemii (2,3). Zasadniczym badaniem potwierdzającym lub wykluczającym zatrucie CO było oznaczenie poziomu COHb u wszystkich poszkodowanych pensjonariuszy DPS (3). Badania przeprowadzono już na miejscu zdarzenia w namiotach ewakuacyjnych, co istotne – w sposób nieinwazyjny.

Wszystkie załogi HEMS dysponują czujnikami  $SpO_2$ , stężenia karboksyhemoglobiny ( $SpCO$ ) i stężenia methemoglobiny ( $SpMet$ ) we krwi. Bez czujników obligatoryjne byłoby przeprowadzenie badania krwi w kierunku obecności toksycznego gazu u pacjentów w warunkach szpitalnych, co wiązałoby się z transportem znacznej liczby poszkodowanych w ciężkim stanie ogólnym do szpitali rejonowych. W działaniach ratunkowych w Henryszewie brały udział 3 śmigłowce wyposażone w defibrylatory z czujnikami do nieinwazyjnego pomiaru COHb i aktualnym atestem. Urządzenie automatycznie wykonuje test raz na dobę i jest poddawane codziennej porannej kontroli sprawności przez ratownika dyżurnego. Ponieważ w okolicy miejscowości Henryszew szpitalny oddział ratunkowy znajduje się tylko w szpitalu w Grodzisku Mazowieckim (kolejny w Sochaczewie – 29 km, Skierniewicach – 30 km, Pruszkowie (izba przyjęć) – 35 km, Żyrardowie (izba przyjęć) – 5 km), przeprowadzenie badania COHb wszystkim poszkodowanym byłoby znacznie utrudnione i rozciągnięte w czasie.

Pomiar saturacji ( $SpO_2$ ) nawet u pacjenta zatrutego tlenkiem węgla może wskazywać wartości prawidłowe (95–100%), natomiast badanie  $SpCO$  wykazuje wartości niebezpieczne i zagrażające życiu (10–40%)

adekwatnie do stanu rzeczywistego. Czujnik dokonuje pomiaru saturacji od 50% do 100%, w zakresie 70–100% (z dokładnością do  $\pm 3\%$ ). W przypadku pomiaru karboksyhemoglobiny na poziomie 0–40% dokładność wynosi  $\pm 3\%$ . Do oceny  $SpO_2$ ,  $SpCO$  i  $SpMet$  należy wykorzystać palec ręki lub nogi, ewentualnie małżowinę uszną. Promień światła jest transmitowany poprzez tkankę do detektora, który przekształca ilość światła na różne poziomy wysycenia hemoglobiny, wykazując ostateczny wynik w skali procentowej (15).

Wynik pomiaru wynoszący 12–25% COHb przy krótkim okresie narażenia oraz braku objawów klinicznych świadczy o zatruciu lekkim. Te same wartości z wystąpieniem objawów sygnalizują zatrucie średnie. Poziom powyżej 25% COHb, przy długim czasie ekspozycji na gaz i z towarzyszącymi zaburzeniami świadomości, objawami neurologicznymi lub/i kardiologicznymi wskazuje na zatrucie ciężkie (8,16).

Dzięki temu pomiarowi łatwiej można postawić diagnozę i bez zwłoki wdrożyć leczenie 100-procentowym tlenem (8,10,16). W leczeniu stosuje się tlen normobaryczny przez maskę z rezerwuarem i przepływem wynoszącym 8–12 l/min (10).

W przypadku wykrytego zatrucia CO należy pacjenta kierować bezpośrednio z miejsca zdarzenia do Regionalnego Ośrodka Toksykologii Klinicznej (w Gdańsku, Krakowie, Lublinie, Łodzi, Poznaniu, Sosnowcu, Tarnowie, Warszawie, Wrocławiu lub Rzeszowie) (17,18) albo po uzgodnieniach – do ośrodków tlenoterapii hiperbarycznej (hyperbaric oxygenation – HBO) (w Gdyni, Siemianowicach Śląskich, Warszawie, Wrocławiu, Łodzi, Stalowej Woli, Poznaniu, Łęcznej, Krakowie (19) i Bydgoszczy).

Zatrucie tlenkiem węgla zostało uznane przez Europejski Komitet Medycyny Hiperbarycznej (European Committee for Hyperbaric Medicine – ECHM) za istotne wskazanie do HBO (20). Kiedy tlenoterapia normobaryczna nie przynosi efektu (utrzymuje się śpiączka, objawy neurologiczne, kardiologiczne, zarówno łącznie, jak i osobno), należy rozważyć przekazanie pacjenta do HBO (10). Podczas trwania akcji ratunkowej Centrum Operacyjne Lotniczego Pogotowia Ratunkowego było w stałym kontakcie z kilkoma ośrodkami terapii hiperbarycznej, żeby w przypadku potwierdzenia u poszkodowanych ciężkiego zatrucia CO możliwy był szybki, bezpośredni transport i wdrożenie leczenia (3). W przypadku ciężkiego zatrucia CO „złota godzina” wynosi 6 godz. (16). Oznacza to, że w tym czasie od wystąpienia ekspozycji na CO powinno się wykonać pacjentom zabieg HBO (10).

W opisanym przypadku po przeprowadzeniu wtórnej segregacji medycznej i wykonaniu pomiaru karboksyhemoglobiny u pensjonariuszy DPS nie wykryto zatrucia. Nie zaistniała potrzeba transportu poszkodowanych do regionalnych ośrodków toksykologicznych i terapii hiperbarycznej. Czterdzieści sześć osób wraz z 16 osobami personelu powróciło do budynku. U 6 pacjentów przetransportowanych do szpitala nie zdiagnozowano zagrożenia zdrowia i życia, a ich stan nie był następstwem ekspozycji na zagrożenia związane z pożarem.

Dzięki współpracy wszystkich podmiotów ratowniczych, wyszkoleniu załóg oraz nowoczesnej diagnostyce akcja ratunkowa przebiegła prawidłowo i nie wpłynęła negatywnie na pierwotny stan poszkodowanych. Wykorzystane w opisywanym zdarzeniu możliwości diagnostyczne LZRM – jednostki Państwowego Ratownictwa Medycznego – oparte na najnowszej technologii nieinwazyjnego pomiaru COHb, wskazują na wysoki standard ich wyposażenia na tle innych krajów.

Ponadto przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych badania w zakresie przydatności nieinwazyjnych czujników do pomiaru COHb podkreślają ogromną wartość metody SpCO, dzięki której możliwe jest szybkie rozpoznanie zatrucia i stałe monitorowanie stanu pacjenta (21,22). Pomiar SpCO w warunkach przedszpitalnych jest bardzo istotnym badaniem przesiewowym służącym wykryciu zatrucia tlenkiem węgla (23).

## WNIOSKI

- Skuteczne działanie w zdarzeniach masowych i mnogich wymaga właściwej współpracy odpowiednio przeszkolonego personelu Państwowego Ratownictwa Medycznego z jednostkami Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.
- Segregacja pierwotna służb ratunkowych w Domu Pomocy Społecznej w Henryszewie została przeprowadzona we współpracy z personelem ośrodka, dzięki czemu uniknięto błędnych decyzji terapeutycznych.
- Należy rozważyć rozszerzenie wyposażenia zespołów ratownictwa medycznego o urządzenia do nieinwazyjnego pomiaru karboksyhemoglobiny.
- Urządzenia do nieinwazyjnego pomiaru karboksyhemoglobiny będące na wyposażeniu lotniczych zespołów ratownictwa medycznego pozwoliły uniknąć niepotrzebnego transportu do szpitala.
- Wyposażenie naziemnych zespołów ratownictwa medycznego w urządzenia do nieinwazyjnego po-

miaru karboksyhemoglobiny sprzyjałoby szybszemu odtworzeniu gotowości operacyjnej Lotniczego Pogotowia Ratunkowego.

## PIŚMIENNICTWO

- Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie: Analiza pożaru domu opieki „Henry” w miejscowości Henryszew przy ul. Spokojnej 14, w dniu 24 maja 2013 r. Nr informacji ze zdarzenia: 0707001-0324, Warszawa 07/2013 [niepublikowane]
- Dokumentacja medyczna i operacyjna. Falck Medyczna Sp. z o.o., Warszawa 24 maja 2013 r.
- Dokumentacja medyczna i operacyjna. Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej, Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, Warszawa 24 maja 2013 r.
- Gałązkowski R.: Nowe możliwości w zakresie ratownictwa medycznego i transportu międzyszpitalnego Lotniczego Pogotowia Ratunkowego. *Anaesthesiol. Intensive Ther.* 2010;42:174–178
- Trzos A.: Triage w zdarzeniach chemicznych. W: Konieczny J. [red.]. Administracja bezpieczeństwa chemicznego. Analiza zagrożeń, ratownictwo chemiczne, ekologiczne i medyczne. Garmond Oficyna Wydawnicza, Poznań 2008, ss. 287–303
- Sosada K., Żurawiński W., Niczyporuk A.: Pomoc medyczna w zdarzeniach masowych i katastrofach. W: Zawadzki A. [red.]. Medycyna ratunkowa i katastrof. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011, ss. 369–388
- Stoy W.A., Platt T.E., Lejeune D.A.: Zatrucia i przedawkowanie. W: Jakubaszko J. [red.]. Ratownik medyczny. Elsevier, Urban & Partner, Wrocław 2013, ss. 270–277
- Cline D.M., Ma O.J., Tintinalli J.E., Kelen G.D., Stapczyński J.S.: Toksykologia. W: Jakubaszko J. [red.]. Medycyna ratunkowa. Urban & Partner, Wrocław 2003, ss. 726–732
- Kołaciński Z., Klimaszek D.: Postępowanie ratowniczo-lecznicze w zatruciach dymami pożarowymi. Pytania i kontrowersje. W: Konieczny J. [red.]. Bezpieczeństwo w środowisku pracy. Postępy medycyny pracy, ratownictwa medycznego i inżynierii bezpieczeństwa pracy. Garmond Oficyna Wydawnicza, Poznań 2011, ss. 13–29
- Burda P., Kołaciński Z., Łukasik-Głębocka M., Sein Anand J.: Postępowanie w ostrych zatruciach tlenkiem węgla – stanowisko Sekcji Toksykologii Klinicznej Polskiego Towarzystwa Lekarskiego. *Przegl. Lek.* 2012;69(8):463–465
- Szajewski J., Jankowski M.: Zatrucia. W: Szczeklik A., Gajewski P. [red.]. Kompendium Medycyny Praktycznej. Choroby wewnętrzne. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2009, s. 1006

12. Baumberg I.: Ratownictwo Medyczne w zdarzeniach masowych w pragmatyce KSRG. *Przegl. Pożar.* 2009;4:15–18
13. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. *DzU* 2011 nr 46, poz. 239, § 2, pkt 15–16
14. Gomółka E., Pach J.: Wybrane problemy interpretacyjne badań toksykologicznych w toksykologii klinicznej w medycynie ratunkowej. W: Pach J., Konieczny J. [red.]. *Medyczne czynności ratunkowe w zatruciach i skażeniach chemicznych*. Garmond Oficyna Wydawnicza, Poznań 2008, ss. 105–114
15. Physio-Control, Inc.: Instrukcja użytkowania LIFE-PAK 15 Monitor/Defibrylator 4/2013 [cytowany 7 marca 2014]. Adres: <http://www.physio-control.com>
16. Pakulski C.: Postępowanie ratunkowe w ostrych zatruciach. W: Zawadzki A. [red.]. *Medycyna ratunkowa i katastrof*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011, ss. 272–303
17. Szajewski J.: Zatrucia. W: Szczeklik A., Gajewski P. [red.]. *Kompedium Medycyny Praktycznej. Choroby wewnętrzne*. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2009, s. 990
18. Pomorskie Centrum Toksykologii [cytowany 8 marca 2014]. Adres: <http://www.pctox.pl>
19. Burda P.: Zagrożenia toksyczne. *Przegl. Pożar.* 2013;3: 22–25
20. Urbanowicz I., Hałas J., Paciorek P., Ryniak S.: Zastosowanie tlenoterapii hiperbarycznej w leczeniu oparzeń oraz zatruciu tlenkiem węgla. W: Konieczny J. [red.]. *Bezpieczeństwo w środowisku pracy. Postępy medycyny pracy, ratownictwa medycznego i inżynierii bezpieczeństwa pracy*. Garmond Oficyna Wydawnicza, Poznań 2011, ss. 171–182
21. Ruckman J.S.: A comparative study of total hemoglobin measurement technology: noninvasive pulse co-oximetry and conventional methods [praca magisterska]. University of Connecticut, b.m. 2011
22. Barker S.J., Badal J.J.: The measurement of dyshemoglobins and total hemoglobin by pulse oximetry. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2008;21:805–810, <http://dx.doi.org/10.1097/ACO.0b013e328316bb6f>
23. Zaouter C., Zavorsky G.S.: The measurement of carboxyhemoglobin and methemoglobin using a non-invasive pulse CO-oximeter. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2012;182:88–92, <http://dx.doi.org/10.1016/j.resp.2012.05.010>