



## W okresie jesienno-zimowym swoje żniwo zbiera tlenek węgla. Jak się przed nim uchronić?

**TOMASZ SAWICKI**

**T**lenek węgla (CO), powszechnie nazywany czadem, to obecnie najczęstsza przyczyna zatrucia w Europie. W statystykach zajmuje trzecie miejsce, po zatruciach lekami i alkoholem. Tlenek węgla jest też jedną z najczęstszych przyczyn zatrucia inhalacyjnego na świecie [1].

Źródłem czadu w domach i mieszkaniach najczęściej są urządzenia grzewcze, wykorzystujące takie paliwa, jak: węgiel, koks, drewno, olej opałowy lub gaz. Zaczadzeniu ulegają także ofiary pożarów.

### Toksyczne działanie tlenku węgla

Toksyczne działanie tlenku węgla wynika z jego większego od tlenu (250-300 razy) powinowactwa do hemoglobiny, zawartej w erytrocytach krwi. Tworzy on połączenie zwane karboksyhemoglobina (COHb), które jest trwalsze niż służąca do transportu tlenu z płuc do tkanek oksyhemoglobina. W przypadku zatrucia tlenkiem węgla dochodzi do niedotlenienia tkanek, co często prowadzi do śmierci. O ile przy większych stężeniach (800 ppm i wyższych) pierwszymi objawami zatrucia są silny ból głowy i wymioty, o tyle mniejsze stężenia (ok. 100-200 ppm) powodują po 1-2 godzinach jedynie słaby ból głowy i zapadanie w śpiączkę. Przy stężeniu wynoszącym 12 800 ppm utra-



Tomasz Sawicki jest biegłym sądowym z zakresu pożarnictwa

ta przytomności następuje już po 2-3 wdechach, a śmierć po 3 minutach (tabela). Na skutek działania czadu w pierwszej kolejności uszkodzeniu ulegają narządy najbardziej wrażliwe na niedotlenienie, czyli układ krążenia i ośrodkowy układ nerwowy. W cięższych zatruciach dochodzi do zaburzenia gospodarki węglowodanowej, krwawień w różnych narządach i wystąpienia rozległych obszarów martwiczych. Charakterystyczne dla ostrego zatrucia czadem jest różowe, karminowe zabarwienie skóry [6].

Na największe ryzyko zaczadzenia narażone są następujące grupy osób [1]:

- noworodki i niemowlęta (obok normalnej hemoglobiny występuje u nich hemoglobina płodowa, która wiąże dwukrotnie więcej tlenku węgla niż zwykła hemoglobina, są bardziej wrażliwe na działanie CO),
- dzieci (ze względu na większą częstość oddechów w porównaniu z osobami dorosłymi, a także szybszy metabolizm),
- kobiety ciężarne (stężenie karboksyhemoglobiny u płodu jest o około 10-15% wyższe niż u matki),
- osoby w podeszłym wieku,
- osoby z wadami serca oraz chorobami oskrzelowo-płucnymi,
- osoby z wadami serca oraz niewydolnością układu oddechowego.

W trzech ostatnich grupach zagrożenie jest zwiększone, ponieważ organizmy tych osób są mniej odporne na działanie tlenku węgla. Jak już wspominałem, układ krążenia (serce) i ośrodkowy układ nerwowy (mózg) jako pierwsze ulegają uszkodzeniu z powodu niedotlenienia. U osób z trzech ostatnich grup dostarczanie tlenu do organizmu jest mniej wydajne niż u osoby młodej i zdrowej, dlatego już nawet niewielka ilość tlenku węgla w powietrzu może spowodować poważne uszkodzenia organów, a nawet śmierć.

Cięższym zatruciom ulegają także osoby wykonujące prace związane z dużym wysiłkiem fizycznym, które znacznie szybciej niż podczas odpoczynku pochłaniają dawki trujące, a nawet śmiertelne, ze względu na zwiększoną częstotliwość i głębokość oddechu [7].

Zależność objawów klinicznych zatrucia tlenkiem węgla (CO) od jego stężenia w powietrzu [10]

| Stężenie CO w powietrzu [ppm] | Stężenie CO w powietrzu [% obj.] | Objawy zatrucia  |
|-------------------------------|----------------------------------|--|
| 100-200                       | 0,01-0,02                        | lekki ból głowy przy ekspozycji przez 2-3 godz.                                    |
| 400                           | 0,04                             | silny ból głowy zaczynający się po upływie około 1 godz. wdychania                 |
| 800                           | 0,08                             | zawroty głowy, wymioty i konwulsje po 45 min wdychania, po 2 godz. trwała śpiączka |
| 1600                          | 0,16                             | silny ból głowy, wymioty, konwulsje po 20 min, zgon po 2 godz.                     |
| 3200                          | 0,32                             | intensywny ból głowy i wymioty po 5-10 min, zgon po 30 min                         |
| 6400                          | 0,64                             | ból głowy i wymioty po 1-2 min, zgon w niecałe 20 min                              |
| 12 800                        | 1,28                             | utrata przytomności po 2-3 wdechach, śmierć po 3 min                               |

### Zaczadzenia

W Polsce nie ma obowiązku zgłaszania zatrucia tlenkiem węgla (zaczadzeń), więc nie jest znana dokładna statystyka tego zjawiska. Według danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej co roku w wyniku pożarów i zatrucia tlenkiem węgla ginie w Polsce średnio ponad 600 osób, a kolejnych kilka tysięcy doznaje uszczerbku na zdrowiu (dane z ostatniej dekady). Paradoksalnie najwięcej, bo aż 80% ludzi będących ofiarami czadu traci życie w obiektach mieszkalnych, czyli tam, gdzie co do zasady czuli się najbezpieczniej [2]. Około 90% wypadków zdarza się w okresie od 15 września do 30 kwietnia, a więc gdy jest chłodno. Na przykład w sezonie grzewczym 2014/2015 strażacy odnotowali ponad 3838 zdarzeń związanych z tlenkiem węgla, w których poszkodowanych zostało prawie 2178 osób, a 61 śmiertelnie się zatruli [3].

W ośrodkach toksykologicznych w Polsce hospitalizuje się rocznie ok. 700-1100 osób leczonych z powodu rozpoznanego ostrego zatrucia CO. Liczba zatruciu może być jednak niedoszacowana, często bowiem osoby narażone na zatrucie tlenkiem węgla w sposób przewlekły, z objawami niespecyficznymi, naśladującymi objawy chorób wirusowych (grypy), nie są świadome rzeczywistego powodu i nie zgłaszają się po pomoc. Nierzadko też osoby, które się zgłaszają, nie zostają prawidłowo zdiagnozowane [4].

W Zakładzie Medycyny Sądowej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie przeprowadzono analizę [5] archiwalnych protokołów oględzin i sekcji zwłok za okres 50 lat (1947 do 1996). Oparto ją na wynikach badań krwi pobranej od osób, które zmarły z powodu zatrucia tlenkiem węgla, oceniając zawartość hemoglobiny tlenkowej.

### Przykłady zatrucia tlenkiem węgla

Opisane zdarzenia mają jeden wspólny mianownik – przyczyną zatrucia tlenkiem węgla była niesprawna wentylacja lub jej brak (szczelne okna i drzwi, zatkałe otwory wentylacyjne).

W mieszkaniu doszło do zatrucia tlenkiem węgla 21-letniej córki najemców lokalu. Kobieta zasłabła w łazience ogrzewanej piecykiem typu junkers. Rodzice wezwali karetkę. W szpitalu stwierdzono stan po omdleniu, powierzchowny uraz głowy oraz podwyższone stężenie tlenku węgla we krwi. Po zastosowaniu tlenoterapii kobieta opuściła szpital. Ustalono, że w łazience zamontowano niewłaściwą kratkę wentylacyjną, która – zdaniem biegłego z zakresu eksploatacji instalacji i urządzeń gazowniczych – ograniczyła skuteczność wentylacji łazienki do wartości 47%, a skuteczność wentylacji całego lokalu do 27,5%.

Małżonkowie ustawili na kuchence gazowej obiad. Kobieta nie czuła się dobrze, położyła się w pokoju. Mężczyzna doglądał obiadu. W pewnym momencie zemdlał. Po zdyskwalifikowaniu przytomności wyłączył palnik pod przypalonymi ziemniakami. Obudził żonę. Kiedy ta weszła do kuchni, nagle osunęła się na podłogę i zaczęła wymiotować. Mężczyzna natychmiast pootwierał wszystkie okna. Obudził też córkę i wezwał pomoc. W szpitalu u wszystkich rozpoznano stan po zatruciu tlenkiem węgla. Z uzyskanej opinii biegłego z zakresu eksploatacji instalacji i urządzeń gazowniczych wynikało, że w lokalu nie było otworów nawiewnych, wentylacji grawitacyjnej oraz wentylatorów mechanicznych w łazience i okapach nadkuchennych, co spowodowało pojawienie się w atmosferze lokalu tlenku węgla i doprowadziło do zatrucia.

Tlenkiem węgla zatruli się małżeństwo mieszkające w domu jednorodzinnym. W budynku znajdowała się instalacja centralnego ogrzewania zasilana kotłem gazowym. Do niej podłączony był też kocioł żeliwny (starego typu) na paliwa stałe, w którym palono od czasu do czasu. Okna w budynku zostały wymienione na plastikowe. W okresie wiosenno-letnim właściciele zlecieli firmie (bądź osobie) przeprowadzenie remontu komina. Prac remontowych nie zgłoszono do Powiatowego Inspektoratu Nadzoru Budowlanego. W tragicznym dniu w godzinach wieczornych mężczyzna zszedł do kotłowni, prawdopodobnie po to, by napalić w piecu żeliwnym. W kotłowni, w pomieszczeniach w podpiwniczeniu, było duże stężenie tlenku węgla. Mężczyzna stracił przytomność. W tym czasie jego żona kąpała się w łazience na parterze. Po jakimś czasie, zaniepokojona nieobecnością męża, zeszła na dół. Zobaczyła, że mężczyzna leży na podłodze. Kiedy się nad nim pochylała, na skutek trującego działania tlenku węgla również straciła przytomność i upadła. Oboje małżonkowie zmarli. Następnego dnia zaniepokojeni sąsiedzi zawiadomili policję. Do wytworzenia się tlenku węgla doszło na skutek spalania gazu w kotle c.o. w warunkach zbyt małej zawartości tlenu w pomieszczeniu kotłowni. Było to spowodowane m.in. brakiem kratki nawiewowej do kotłowni, nieprawidłową wentylacją nawiewową pośrednią oraz nadmiernym uszczelnieniem okien i drzwi.