



Wytyczne do profilaktyki, rozpoznawania i powrotów do pracy w chorobach zawodowych:

ZATRUCIA OSTRE ALBO PRZEWLEKŁE LUB ICH NASTĘPSTWA WYWOŁANE PRZEZ SUBSTANCJE CHEMICZNE – TLENEK WĘGLA(II)

(POZ. 1 WYKAZU CHORÓB ZAWODOWYCH)

Charakterystyka toksykologiczna

Wzór sumaryczny: CO, masa cząsteczkowa 28kDa.

Gaz bezbarwny, bezwonny, pozbawiony smaku, łatwopalny, nieznacznie lżejszy od powietrza ($d = 0,968$). Słabo rozpuszczalny w wodzie, lepiej w alkoholu i innych rozpuszczalnikach organicznych, m.in. w chloroformie.

Pali się niebieskim płomieniem i powoduje powstanie tlenku węgla(IV). W powietrzu z tlenem może tworzyć mieszaniny wybuchowe. Powstaje w wyniku niecałkowitego spalania różnych substancji zawierających węgiel, takich jak: drewno, węgiel kamienny, gaz ziemny przy niedostatecznej ilości tlenu. Obecny w organizmie tlenek węgla pochodzi z następujących źródeł: z produkcji endogennej (produkt rozpadu hemu) oraz z otoczenia. Endogenna produkcja CO wynosi 0,42 ml/godz., co daje poziom karboksyhemoglobiny (COHb) 0,4–0,96%. Karboksyhemoglobina powstaje także w warunkach fizjologicznych i osiąga poziom:

- u chorych na anemię hemolityczną do 6%;
- u noworodków od 0,5 do 4,7%;
- u kobiet ciężarnych od 0,4 do 2,6%;
- u palących tytoń od 3 do 10%;
- u zdrowych dorosłych od 1% do 5%.

Epidemiologia

Według danych z Rejestru Chorób Zawodowych Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi (Źródło: „Choroby zawodowe w Polsce”), choroby zawodowe z punktu 1 wykazu – *zatrucia ostre albo przewlekłe lub ich następstwa wywołane przez substancje chemiczne* – są nieliczne. Na przykład, w 2020 roku odnotowano tylko 4 przypadki zatruc ostrych albo przewlekłych lub ich następstw wśród 1850 stwierdzonych wszystkich jednostek chorobowych pochodzenia zawodowego, co stanowiło 0,2%, w tym 1 przypadek zatrucia tlenkiem węgla. W 2021 r. wśród 2543 wszystkich stwierdzonych chorób zawodowych, 3 przypadki dotyczyły zatruc zawodowych, natomiast w 2022 r. stwierdzono 6 przypadków zatruc wśród 2637 wszystkich chorób zawodowych.

Ekspozycja (środowiskowa/ zawodowa)

Roczną wielkość emisji tlenu węgla do atmosfery szacuje się na około 2600 milionów ton, z czego około 60% jest pochodzenia antropogenicznego (związanego z działalnością człowieka), a pozostałe 40% pochodzi ze źródeł naturalnych. Emisja tlenu węgla do atmosfery zarówno ze źródeł pochodzenia antropogenicznych, jak i naturalnego przyczynia się do tego, że średnie stężenie tego gazu w powietrzu atmosferycznym mieści się zazwyczaj w przedziale od 0,06 do 0,14 mg/m³.

W środowisku tlenek węgla występuje powszechnie w wyniku spalania substancji zawierających węgiel. Do źródeł tlenu węgla w powietrzu należą:

- o silniki spalinowe – w parkingach podziemnych, tunelach, krytych lodowiskach i innych zamkniętych obszarach, w których są stosowane silniki spalinowe w warunkach niewystarczającej wentylacji, średnie stężenia tlenu węgla w powietrzu mogą dochodzić do 115 mg/m³;
- o piece – wewnątrz domów mieszkalnych o złej wentylacji pomieszczeń kuchennych, stężenia tlenu węgla mogą osiągać wartość 115 mg/m³;
- o palenie tytoniu – stężenia tlenu węgla w pomieszczeniach zamkniętych restauracji i biur w wyniku palenia papierosów mogą wynosić 23–46 mg/m³.

Istotnym źródłem CO są gazy przemysłowe – procentowa zawartość CO w podanych poniżej przykładach gazów przemysłowych wynosi:

- o gaz powstający przy spalaniu węgla bitumicznego ok. 40%;
- o gaz powstający przy utlenianiu węgla brunatnego ok. 15%;
- o gaz koksowniczy ok. 13%;
- o gaz powstający przy utlenianiu węgla kamiennego ok. 12%;
- o gaz świetlny ok. 10%;
- o gazy spalinowe ok. 8%.

Tlenek węgla powstaje także podczas procesów technologicznych w różnych gałęziach przemysłu, np.:

- o przemysł chemiczny (produkcja benzyny, sodu, karbidu, destylacja smoły);
- o górnictwo węglowe (stare niewietrzone wyrobiska, wybuchy podziemne);
- o hutnictwo (wielkie piece, stalownie);
- o przemysł ceramiczny (suszarne zakładów ceramicznych);
- o warsztaty samochodowe;
- o kotłownie (zwłaszcza opalane miałem węglowym).

Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) w miejscu pracy dla tlenu węgla wynosi 23 mg/m³, a najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe NDSh 117 mg/m³.

Definicja

Ostre zatrucie tlenkiem węgla to schorzenie charakteryzujące się szybkim rozwojem procesu chorobowego w krótkim okresie po jednorazowej ekspozycji na gaz pochodzenia egzogenego. Ostre zatrucie zawsze sugeruje:

- o nagłe wystąpienie objawów u osoby dotychczas zdrowej;
- o obecność objawów nietypowych dla istniejącego wcześniej u osoby narażonej schorzenia przewlekłego;
- o obecność takich samych objawów u osób przebywających w tym samym pomieszczeniu.

Tlenek węgla nie ulega kumulacji w ustroju, dlatego w toksykologii klinicznej nie są zdefiniowane zatrucia przewlekłe tym związkim. Po powrocie poziomu COHb do wartości prawidłowej, osoba narażona nie wykazuje zwiększonej podatności na tlenek węgla pod warunkiem, że nie doszło do wcześniejszego uszkodzenia mózgu lub innych narządów, zwłaszcza serca. Brak jest wyników badań potwierdzających, że przewlekła ekspozycja na tlenek węgla wywołuje długookresowe powikłania. Pracownicy magazynów eksponowani zawodowo na CO w procesie spalania propanu zgłaszali występujące okresowo bóle głowy, nudności, uczucie oszołomienia. Badania w innej grupie wykazały występowanie bólu głowy, zaburzeń pamięci oraz spowolnienia ruchowego w testach neuropsychologicznych u osób przewlekłe narażonych na CO. Nadal pozostaje kontrowersyjne czy przewlekła ekspozycja na niskie stężenia CO powoduje nieodwracalne uszkodzenie tkanki mózgowej w mechanizmie jej niedotlenienia, którego wyrazem mogą być zaburzenia ze strony ośrodkowego układu nerwowego, ale również innych układów.

Toksyczność

Mechanizm zatrucia: tlenek węgla wchłania się do organizmu drogą wziewną poprzez układ oddechowy i ma około 220–300 razy większe powinowactwo do hemoglobiny niż tlen, co powoduje, iż nawet niskie stężenie tego gazu w powietrzu oddechowym może spowodować znaczny spadek pojemności tlenowej krwinek czerwonych. Poprzez przeniknięcie przez błonę pęcherzykowo-włośniczkową, gaz ten wiąże się z żelazem grup hemowych hemoglobiny, w konsekwencji powstaje karboksyhemoglobina i dochodzi do utrudnienia oddawania tlenu komórkom i tkankom. Hipoksja wywołana CO i zmniejszonym poborem tlenu przez tkanki powoduje kwasicę metaboliczną. Około 85–90% tlenku węgla łączy się z hemoglobiną, pozostałe 15–10% łączy się z innymi białkami hemowymi, tj.: oksydazą cytochromu C, oksydazą cytochromu P-450, cyklazą guanylową, syntazą tlenu azotu oraz mioglobina. Cząsteczki CO mogą wypierać tlen i zajmować jego miejsce w receptorach tlenowych oksydazy cytochromowej, prowadząc tym samym do zablokowania łańcucha transportu elektronów w mitochondriach, a tym samym do zaburzenia procesów oddychania wewnątrzkomórkowego. Innym mechanizmem zakłócającym funkcję mitochondriów jest uwalnianie wolnych rodników tlenowych i tlenu azotu z płytek krwi oraz ich wzajemne oddziaływanie. Uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego (OUN) jest z kolei wynikiem niedotlenienia i działania wolnych rodników tlenowych, które indukują proces peroksydacji lipidów prowadzący do uszkodzenia organelli komórkowych i niszczenia błon komórkowych. Tlenek węgla wywiera także specyficzne działanie na naczynia krwionośne powodując uszkodzenie śródbłonna

naczyń, tym samym zwiększając ich przepuszczalność, co prowadzi do powstania wybroczyn w obrębie różnych narządów. Ostatecznie w wyniku w/w zaburzeń dochodzi do uszkodzeń wielonarządowych, w tym głównie serca i mózgu.

Szczególnie wrażliwe na niedotlenienie spowodowane działaniem CO są:

- kobiety ciężarne;
- osoby w wieku podeszłym;
- osoby z niedokrwistością;
- chorzy z przewlekłym zapaleniem oskrzeli o typie obturacyjnym;
- osoby ze zmianami miażdżycowymi w naczyniach wieńcowych.

Skutki zdrowotne ostrego narażenia występują najczęściej w sytuacjach awaryjnych w zakładzie pracy. Objawy zatrucia tlenkiem węgla są zależne od zawartości COHb:

- 5–10% – niewielkie zaburzenia ostrości widzenia;
- 10–20% – ból głowy, zmęczenie, złe samopoczucie, kołatanie serca, szum w uszach, osłabienie słuchu, duszność wysiłkowa;
- 20–30% – bóle i zawroty głowy, nudności, wymioty, wiotkość kończyn, zaburzenia świadomości;
- 30–40% – postępujące zaburzenia świadomości, różowokarminowe zabarwienie skóry twarzy i górnej połowy klatki piersiowej, różowe zabarwienie błony śluzowej jamy ustnej, płytki oddech, sinica skóry tułowia i kończyn, spadek ciśnienia tętniczego krwi;
- 40–60% – głęboka utrata świadomości, niedowład i porażenia, dodatni objaw Babińskiego, spadek temperatury ciała, oddech Cheney'a i Stokesa;
- 60–70% – śmierć po upływie ok. 10 minut;
- powyżej 70% – śmierć w ciągu 3–4 minut.

Na stopień zatrucia CO wpływają:

- czas ekspozycji;
- stężenie tlenku węgla w powietrzu;
- wielkość wentylacji minutowej płuc.

Tlenek węgla uszkadza przede wszystkim narządy i tkanki najbardziej wrażliwe na niedotlenienie i kwasicę metaboliczną, a zatem ośrodkowy układ nerwowy i układ sercowo-naczyniowy. Z drugiej strony, w każdym przypadku ostrego zatrucia CO dochodzi do uszkodzeń wielonarządowych, choć stopień nasilenia zmian chorobowych może być inny i jest to zależne m. in. od:

- wrażliwości osobniczej;
- stopnia aktywności fizycznej w momencie zatrucia;
- szybkości przemiany materii;
- ogólnego stanu zdrowia przed zatruciem oraz schorzeń współistniejących.

Wyrazem uszkodzenia układu krążenia w przebiegu zatrucia CO mogą być następujące zmiany w zapisie EKG:

- częstoskurcz zatokowy;
- trzepotanie i migotanie przedsionków;
- przedwczesne skurcze komorowe;
- częstoskurcz komorowy oraz migotanie komór;
- zmniejszenie wysokości załamka R;
- zmiany w odcinku ST – uniesienie lub obniżenie;
- odwrócenie załamka T;
- blok przedsionkowo-komorowy i odnogi pęczka Hisa.

Warto zwrócić uwagę, iż zmiany w EKG mogą: pojawiać się bezpośrednio po narażeniu, być opóźnione w czasie, ustępować szybko lub utrzymywać się dłużej po ekspozycji. Są wynikiem niedotlenienia tkankowego i zależą od stanu mięśnia sercowego przed zatruciem, stopnia i czasu trwania niedotlenienia. Nie stwierdzono bezpośredniego związku między stężeniem COHb a nasileniem zmian w EKG.

Oznaczenie konwencjonalnych markerów martwicy, takich, jak: CPK, CK-MB, AST, ALAT, LDH, troponiny TnT i TNI może być przydatne w potwierdzeniu martwicy mięśnia serca, jakkolwiek podwyższona aktywność tych wskaźników może również wynikać z innych przyczyn, np. z uszkodzenia mięśni szkieletowych.

Do oceny zmian patologicznych w mięśniu sercowym w wyniku zatrucia CO mogą dodatkowo posłużyć nowoczesne metody diagnostyki obrazowej, tj. badanie scyntygraficzne wykonane za pomocą tomografii komputerowej wykorzystującej emisję pojedynczego fotonu (SPECT) z użyciem Tc⁹⁹MIBI.

Jednym z wczesnych powikłań ciężkiego zatrucia CO jest obrzęk mózgu (występuje zwolnienie tętna i oddechu, wymioty, wzmożone napięcie mięśniowe, drgawki, odruchy patologiczne). Po kilku dniach do dwóch tygodni mogą pojawić się zmiany przemawiające za powstaniem w korze mózgowej i jądrach podstawy mózgu ognisk rozmiękania, prowadzące do różnorodnego obrazu klinicznego. Jako następstwo ostrego zatrucia mogą wystąpić:

- objawy parkinsoidalne;
- otępienie psychiczne;
- spowolnienie psychoruchowe;
- padaczka;
- zmiany psychiczne z niepamięcią wsteczną;
- zespół mózdkowy;
- porażenia i niedowłady połowicze;
- zaburzenia ze strony nerwów w czaszkowych, zwłaszcza wzrokowego i słuchowego.

Uszkodzenie układu autonomicznego może manifestować się jako zespół rzekomonerwicowy lub podwzgórzowy.

Rozpoznanie uszkodzeń układu nerwowego dokonuje się na podstawie obrazu klinicznego oraz dodatkowych badań i konsultacji, w tym:

- badania neurologicznego, z uwzględnieniem EEG:
 - w lekkim zatruciu stwierdza się czynność podstawową złożoną z fal alfa o niskim woltażu z nałożoną nieregularną czynnością szybką;
 - w ciężkim zatruciu – zmiany mają charakter rozlany – nad obu półkulami mózgu dominuje nieregularna, wysokonapięciowa czynność fal theta z dużą domieszką pojedynczych, wysokonapięciowych, nieregularnych fal delta (w/w zaburzenia umiejscowione są przeważnie w przodogłowie). W dalszych dniach od zatrucia mogą pojawiać się zmiany napadowe w postaci krótkich serii fal ostrych lub fal alfa o podwyższonym woltażu, umiejscowionych skroniowo. Należy jednak podkreślić, iż nie obserwuje się ścisłej zależności pomiędzy nasileniem zaburzeń EEG a stężeniem COHb w chwili zatrucia.
- badania tomografii komputerowej – zmiany pojawiają się z reguły w okresie do dwóch tygodni po zatruciu i są widoczne jako obszary jedno- lub obustronnie obniżonej gęstości w gałce bladej, skorupie, substancji białej, szczególnie w okolicach czołowych;
- rezonansu magnetycznego – możliwa obecność zmian o charakterze obrzęku cytotoksycznego i demielinizacji w obrębie istoty białej, jąder podstawnych i w rdzeniu przedłużonym;
- tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu z użyciem ⁹⁹Tc-HMPAO – możliwość oceny metabolizmu mózgowego, a tym samym stopnia uszkodzenia OUN w fazie ostrej zatrucia;
- konsultacji psychiatrycznej i psychologicznej (po przebyciu ciężkiego zatrucia).

W ostrym zatruciu tlenkiem węgla, zwłaszcza o ciężkim przebiegu obserwuje się także cechy uszkodzenia wątroby ze zwiększeniem aktywności aminotransferaz – AST, ALT, podwyższonym poziomem bilirubiny oraz objawami skazy krwotocznej. Upośledzenie czynności metabolicznej hepatocytów skutkuje także obniżeniem aktywności enzymów sekrecyjnych – esterazy cholinowej i protrombiny.

Martwica mięśni występująca w przebiegu ostrego ciężkiego zatrucia tlenkiem węgla prowadzi do uwolnienia mioglobiny i w następstwie do niewydolności nerek. Potwierdzeniem martwicy mięśni jest wzrost aktywności następujących enzymów: CK, AST, LDH, mioglobiny, mioglobinurii.

U osób zatrutych tlenkiem węgla często obserwuje się wzrost liczby leukocytów we krwi obwodowej, głównie neutrofilii z jednoczesnym przesunięciem obrazu odsetkowego w lewo. Ponadto w przebiegu ostrego zatrucia i bezpośrednio po nim często wzrasta stężenie glukozy we krwi lub można zaobserwować patologiczny wynik doustnego testu obciążenia glukozą (OGTT). Badanie równowagi kwasowo-zasadowej ujawnia obecność kwasicy metabolicznej, której towarzyszy wzrost stężenia mleczanów.

Do czynników niekorzystnych rokowniczo w zatruciu tlenkiem węgla należą:

- długi, trwający ponad 10 godzin czas ekspozycji;
- stan odmóżdżenia trwający ponad 24 godziny;
- cechy zawału pełnościennego w badaniu EKG;
- zaburzenia biochemiczne objawiające się podwyższeniem stężenia: mocznika, kreatyniny, CK, AST;
- wystąpienie zespołu wykrzepiania wewnątrznaczyniowego.

Przyczyną śmierci są najczęściej: porażenie ośrodka oddechowego, uszkodzenie mięśnia sercowego z obrzękiem płuc, zapaścią i ciężkimi zaburzeniami rytmu do migotania komór włącznie lub rozlane nieodwracalne uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego. Podczas badania anatomopatologicznego w zatruciach śmiertelnych tlenkiem węgla stwierdza się uogólnione przekrwienie narządów mięsaszowych oraz liczne drobne wybroczyny i ogniska martwicy, zwłaszcza w obrębie kory mózgu, w gałce białej i rdzeniu kręgowym.

Diagnostyka

Stan kliniczny pacjenta, który uległ zatruciu tlenkiem węgla może być prawie bezobjawowy (lekkie zatrucie) lub może charakteryzować się obecnością objawów swoistych dla ciężkiego zatrucia, co tym samym decyduje o dalszym postępowaniu lekarskim.

Proces diagnostyczny obejmuje:

- ocenę stanu klinicznego pacjenta;
- badania laboratoryjne ogólne: morfologia, glukoza, równowaga kwasowo-zasadowa, mleczały, elektrolity, CPK, CK-MB, troponina, ALT, AST, bilirubina, wskaźnik protrombinowy, mocznik, kreatynina, mioglobina;
- badania toksykologiczne: poziom karboksyhemoglobiny (COHb);
- EKG.

ROZPOZNIANIE CHOROBY ZAWODOWEJ

Rozpoznanie ostrego zatrucia tlenkiem węgla jako choroby zawodowej ustala się na podstawie:

- wywiadu, w tym ustalenia okoliczności zdarzenia wskazującego na narażenie na tlenek węgla w miejscu pracy, źródła, drogi i czasu narażenia;
- obrazu klinicznego zatrucia;
- wyników badań dodatkowych.

Istotne znaczenie ma ocena warunków pracy m.in.: organizacji pracy, wyniki pomiarów CO wykonywanych na stanowisku pracy, stosowane przez pracownika środki ochrony osobistej.

Podobnie jak w przypadku wszystkich podejrzeń chorób zawodowych należy dokonać analizy dokumentacji medycznej z badań profilaktycznych wykonywanych w trakcie pracy zawodowej, w tym wyników badania wstępnego, stanowiącego układ odniesienia do późniejszych porównań stanu zdrowia dokonywanych w kolejnych badaniach okresowych. Konieczne jest również przeprowadzenie diagnostyki różnicowej w celu poznania i wyeliminowania wszelkich możliwych czynników przyczynowych pochodzenia pozazawodowego.

OPIEKA PROFILAKTYCZNA NAD PRACOWNIKIEM

Wskazówki metodyczne w sprawie przeprowadzania badań profilaktycznych pracowników stanowiące Załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 12 listopada 2020 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy regulują minimalny zakres i częstotliwość badań profilaktycznych dla osób wykonujących pracę w narażeniu na tlenek węgla, (tabela 1, 2).

Tabela 1. Zakres badań profilaktycznych pracowników narażonych na tlenek węgla

Badanie wstępne	Badanie ogólnolekarskie, morfologia, EKG
Badanie okresowe	Badanie ogólnolekarskie, morfologia, EKG

Tabela 2. Częstotliwość badań osób pracujących w narażeniu na tlenek węgla

Badanie wstępne	Przy przyjęciu
Badanie okresowe	Co 2–4 lata

Uwaga

Lekarz przeprowadzający badanie profilaktyczne może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania lekarskie (np. konsultację kardiologiczną, neurologiczną, laryngologiczną), a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania, jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia pracownika lub osoby przyjmowanej do pracy. Ze względu na tworzenie karboksyhemoglobiny, w badaniu podmiotowym należy uwzględnić wywiad w kierunku nałogu palenia papierosów.

W przypadku prac w narażeniu na CO szczegółowej i indywidualnej ocenie dotyczącej zdolności do pracy należy poddać pracowników z:

- o chorobami psychicznymi w wywiadzie;
- o chorobami układu nerwowego;
- o niewyrównanymi chorobami metabolicznymi;

- o objawami miażdżycy tętnic lub po przebytych zawale mięśnia sercowego.

O przeciwwskazaniach do zatrudnienia decyduje lekarz sprawujący opiekę profilaktyczną nad pracownikiem, biorąc pod uwagę wielkość i okres trwania narażenia zawodowego oraz ocenę stopnia zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych.

Powrót do pracy

W przypadku ostrego zatrucia CO zakończonego pomyślnie, bez powikłań, okres niezdolności do pracy jest stosunkowo krótki, a pracownik po jego zakończeniu wraca na stanowisko pracy.

Przebycie ciężkiego zatrucia stanowi przeciwwskazanie do ponownej styczności z substancją toksyczną będącą czynnikiem etiologicznym zatrucia, jak również z innymi czynnikami chemicznymi wykazującymi działanie niepożądane w stosunku do uszkodzonych narządów i/lub układów. W przypadku wystąpienia powikłań okres niezdolności do pracy wydłuża się, a w niektórych przypadkach zachodzi konieczność uznania częściowej lub trwałej utraty zdrowia np. nieodwracalne następstwa neurologiczne: zmiany ogniskowe, padaczka, zespół parkinsonoidalny, uszkodzenia n. czaszkowych (wzrokowego, słuchowego).

Uwaga

W zapobieganiu zatruciom bardzo ważne jest przestrzeganie przepisów bhp przez pracownika. Podczas pracy pracownik powinien używać odpowiedniej odzieży roboczej i ochronnej oraz sprzętu ochrony osobistej (kombinezony, półmaski, maski gazowe, rękawice, okulary). Wszyscy pracownicy powinni być przeszkoleni do pracy z substancjami chemicznymi, muszą posiadać wiedzę o zagrożeniach i ryzyku na danym stanowisku pracy, sposobach ich minimalizacji oraz zasadach postępowania w przypadku awarii i udzielania pierwszej pomocy poszkodowanym.

PIŚMIENNICTWO:

1. Ciszowski K. Zatrucie Tlenkiem węgla (II). W: K. Jurowski, W: Piekoszewski [red]. Toksykologia (tom I i II), Warszawa, PZWL Wydawnictwo Lekarskie, 2020:458-465.
2. Derwent R G, Middleton D R, Field R A, Goldstone M E, Lester J N, Perry R. Analysis and interpretation of air quality data from an urban roadside location in central London over the period from July 1991 to July 1992. Atmospheric. Environment: 1995, 29: 923-930.
3. Dor F, Moulle Le, Festy B. Exposure of city residents to carbon monoxide and monocyclic aromatic hydrocarbons during commuting trips in the Paris metropolitan area. Journal of the Air & Waste Management Association 1995, 45, 103-110.
4. EPA (1991) Air quality criteria for carbon monoxide. Washington, DC: US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, publication o. EPA-600/B- 90/045F.

5. Hampson N B. Carboxyhemoglobin. primer for clinicians. Undersea Hyperb. Med, 2018, 45(2):165-171.
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 12 listopada 2020r. zmieniające Rozporządzenie w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie prac. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa dnia 1 grudnia 2020, poz.2131.
7. Kazimierz M. Tlenek węgla. W: Marek K [red]. Choroby zawodowe. Wydawnictwo PZWL, Warszawa, 2001, 296-308.
8. Lee K, Yanagisawa Y, Spengler JD. Carbon monoxide and nitrogen dioxide exposures in indoor ice-skating rinks. Journal of Sport Sciences 1994, 12: 279-283.
9. Levesque B, Dewailly E, Lavoie R, Prud Homme D, Allaire S. Carbon monoxide in indoor ice-skating rinks: evaluation of absorption by adult hockey players. American Journal of Public Health 1990, 80: 594-598.
10. Olson K R. Carbon monoxide. In: Olson K. R i wsp. [ed]. Poisoning and Drug Overdose. Seventh Edition. McGraw-Hill Companies Inc, USA, 2018, 182-184.
11. Pach D, Pach J, Targosz D. Tlenek węgla. W: Pach J [red]. Zarys Toksykologii Klinicznej. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2009, 447-462.
12. Pach D, Targosz D. Gazy duszące chemicznie. W: Pach J [red]. Klinika ostrych zatruc dla ratowników medycznych. Wydawnictwo Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły w Nowym Sączu, 2011, 196-202.
13. Panasiuk L, Król M, Szponar E, Szponar J. Ostre zatrucia. Praktyka lekarza rodzinnego. PZWL, Warszawa, 2010:86-89.
14. Rataj M. Nafta-Gaz 2019, nr 1, s. 56–62, DOI: 10.18668/NG.2019.01.08 Zatrucia tlenkiem węgla (II) jako jedno z zagrożeń związanych z użytkowaniem gazu ziemnego. Nafta-Gaz 2019, nr 1, s. 56–62.
15. Ryter S W, Otterbein L E. Carbon monoxide in biology and medicine. Bioessays. 2004, 26(3):27-280.
16. Świątkowska B, Hanke W. Choroby Zawodowe w Polsce w 2020 roku. Instytut Medycyny Pracy. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, Łódź 2021.
17. Świątkowska B, Hanke W. Choroby Zawodowe w Polsce w 2021 roku. Instytut Medycyny Pracy. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, Łódź 2022.
18. Świątkowska B, Hanke W. Choroby Zawodowe w Polsce w 2022 roku. Instytut Medycyny Pracy. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, Łódź 2023.
19. Tomaszewski Ch. Carbon monoxide. In: Nelson I S i wsp. [ed]. Goldfrank's Toxicologic Emergencies, New York, McGraw-Hill Education: 2019, 1663-1675
20. World Health Organization, 2000. Air Quality Guidelines for Europe (2nd ed.). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.