

*Jadwiga Lembas-Bogaczyk, Anna Długosz, Agata Gawron,
Edyta Milewska*

KARDIOTOKSYCZNOŚĆ TLENKU WĘGLA I OCENA NARAŻENIA RÓŻNYCH GRUP ZAWODOWYCH

Katedra i Zakład Toksykologii Akademii Medycznej we Wrocławiu
Kierownik: prof. dr hab. *A. Długosz*

Celem badań była ocena narażenia zawodowego na tlenek węgla (CO) grup pracowników w aspekcie profilaktyki kardiologicznej. Przebadano pracowników kopalni węgla kamiennego z 5 różnych oddziałów, kierowców autobusów komunikacji miejskiej i mechaników zajezdni autobusowej. Ocenę narażenia na CO, wykonano na podstawie pomiaru zawartości CO w wydychanym powietrzu przed pracą i po pracy za pomocą aparatu Monitor MicroCO.

Hasła kluczowe: tlenek węgla, narażenie zawodowe na CO, karboksyhemoglobina, kardiotoksyczność.

Key words: carbon monoxide, occupational exposure to CO, carboxyhemoglobin, cardiotoxicity.

Serce jest narządem szczególnie wrażliwym na toksyczne działanie tlenku węgla. Ostre zatrucie CO prowadzi przede wszystkim do uszkodzenia mięśnia sercowego na drodze niedokrwienia, a co za tym idzie niedotlenienia i wystąpienia kwasicy metabolicznej. Następuje ogniskowa degeneracja włókien mięśnia sercowego. Pojawia się zaburzenie przepuszczalności błon komórkowych z wtórnymi zaburzeniami elektrolitowymi i metabolicznymi (upośledzenie funkcji skurczowej), co skutkuje wystąpieniem arytmii komorowej i nadkomorowej. W ciężkich przypadkach zatrucia notowano ostry zawał mięśnia sercowego, obrzęk płuc i szok kardiogeny. Przy przewlekłym narażeniu na niewielkie stężenia CO zmiany kliniczne i biochemiczne ze strony układu sercowo-naczyniowego początkowo są nieznaczne, ale nasilają się z czasem. Następstwem chronicznej hipoksji jest wzmocnienie funkcji skurczowej prawej komory serca i jej przerost (1–6). W ostrym zatruciu CO zaobserwowano również nasilenie objawów u pacjentów z chorobami naczyń obwodowych. Przewlekłe narażenie na średnie stężenie CO może być czynnikiem ryzyka w chorobie miażdżycowej, gdyż hipoksja prowadzi do zmniejszenia aktywności enzymów biorących udział w metabolizmie lipoprotein (7).

Mioglobina (Mb) jest swoistym magazynem tlenu, wykorzystywanym przy skurczu mięśnia, szczególnie w warunkach istnienia tzw. długu tlenowego. Tlenek węgla wiążąc się z mioglobina mięśnia sercowego wywołuje działanie depresyjne, co może doprowadzić do zatrzymania akcji serca i śmierci pacjenta w przebiegu ciężkiego zatrucia. Powinowactwo Mb do CO jest wyższe niż do O₂, ponadto utrudnio-

na dysocjacja kompleksu tlen-Mb, uniemożliwia prawidłowe zaopatrzenie komórki mięśniowej w tlen. Dlatego jego biologiczne działanie zależy od ciśnienia parcjalnego zarówno tlenu, jak i CO. W warunkach braku narażenia na CO taka sama ilość tlenu węgla wiąże się z Hb, co z Mb, zatem stosunek MbCO/COHb = 1, a w warunkach szybko pogłębiającej się hipoksji stosunek ten ulega zmianie i z Mb może być związane ponad 10 razy więcej CO niż z Hb. Zjawisko to sugeruje, że podczas hipoksji zachodzi redystrybucja CO z krwi do mięśni szkieletowych i zwiększenie proporcji MbCO/COHb (1, 8, 9).

W przypadku ostrych zatruc stwierdzono czynnościowe zaburzenia serca: zmiany ciśnienia tętniczego krwi, przyspieszenie akcji serca, dodatkowe skurcze, nasilenie dusznicy bolesnej u pacjentów z obciążeniami kardiologicznymi, co może prowadzić do zaburzeń rytmu i przewodnictwa, a nawet zawału, zaburzenia przewodnictwa przedsionkowo-komorowego i wewnątrz przedsionkowego, zniekształceń lewej komory, wypadania zastawek, niezapalnych chorób mięśnia sercowego, zmiany w obwodowym układzie naczyniowym w postaci rozszerzenia naczyń, wzrostu ich przepuszczalności i zastojów żylnych (7).

W przypadku narażenia na CO osób z chorobami układu krwionośnego obserwujemy zmiany w zapisie EKG przy stężeniu COHb $\geq 2,4\%$. Skrócenie czasu wysiłku fizycznego z powodu bólu w klatce piersiowej przy stężeniu COHb $\geq 3\%$. Wzrost częstości i nasilenie zaburzeń rytmu serca przy HbCO $\geq 6\%$. Wiele zawodów jest związanych z narażeniem na duże stężenie tlenu węgla. Z powodu ruchu ulicznego pojazdów narażeni są policjanci, pracownicy garaży, taksówkarze, kierowcy ciężarówek, autobusów. Takie narażenie prowadzi do wzrostu stężenia HbCO do ok. 3% u niepalących i jest stosunkowo niewielkie w porównaniu ze wzrostem spowodowanym przez palenie papierosów. Dym papierosowy zawiera 4% CO, wypalenie 1 papierosa zmniejsza dostępną dla tkanek ilość tlenu o ok. 8%. Poziom COHb u palaczy często osiąga 10%, co odpowiada lekkiemu zatruciu (10, 11, 12). Schorzenia sercowe w wyniku działania tlenu węgla spowodowane są niedotlenieniem mięśnia sercowego i sprzyjają rozwojowi miażdżycy. Badania wykazały, że CO powoduje odkładanie cholesterolu w aortalii, naczyniach wieńcowych oraz uszkodzenie śródbłonna naczyń krwionośnych (7, 13).

U osób narażonych na CO wykazano względne ryzyko zachorowania na choroby sercowo-naczyniowe lub nadciśnienie tętnicze, ale u osób zawodowo narażonych palących papierosy ryzyko wzrasta 2,4- i 3-krotnie niż u osób niepalących. Ryzyko zgonu z powodu chorób sercowo-naczyniowych lub choroby niedokrwiennej serca w tych grupach wynosiło odpowiednio 3,4 i 7,3. Palenie papierosów jest czynnikiem wywołującym agregację płytek i tworzenie zakrzepów. Procesy zapalne sprzyjają chorobom serca. Białko C-reaktywne (CRP) odzwierciedla ostrą fazę reakcji zapalnej w układzie sercowo-naczyniowym. Palenie papierosów wpływa na zwiększenie CRP, a więc narażenie na CO potęguje reakcje zapalne (9, 11, 13, 14).

Celem badań była ocena ekspozycji na CO osób zawodowo narażonych na CO, szybką i nieinwazyjną metodą pomiaru stężenia CO w wydychanym powietrzu przed i po pracy oraz częstość występowania negatywnych objawów zdrowotnych związanych z tym narażeniem.

MATERIAŁ I METODY

Badania zawartości CO w wydychanym powietrzu przeprowadzono w grupie górników Kopalni Węgla Kamiennego. Łączna liczba przebadanych górników wyniosła 135. Górnicy byli poddani badaniom przed zjazdem pod ziemię i bezpośrednio po wyjeździe na powierzchnię. Czas przebywania górników pod ziemią wynosił 8 godzin. Badani górnicy pracowali na 5 oddziałach w różnych grupach zawodowych:

- Grupa A – oddział eksploatacyjny węgla,
- Grupa B – górnicze roboty przygotowawcze,
- Grupa C – pracownicy służb wentylacyjnych,
- Grupa D – górnicy strzałowi,
- Grupa E – ratownicy górniczy.

Badania przeprowadzono również w grupie pracowników MZK we Wrocławiu, łącznie przebadano 67 kierowców autobusów i 59 mechaników autobusowych. Kierowcy pracowali w systemie dwurazowym od godz. 4 do 18 z przerwą 4 godz. między godz. 8 a 12.

Pomiary poziomów CO w wydychanym powietrzu wykonywano przed i po pracy, w grupie Kierowców A przed pracą o godz. 4 i po zakończeniu pracy o godz. 18, a w grupie Kierowców B przed rozpoczęciem zmiany po przerwie o godz. 12 i po zakończeniu pracy o godz. 18. Mechanicy pracowali na jednej zmianie, 8 godz. od godz. 6 do 14. Do pomiarów CO w wydychanym powietrzu użyto miernika „Micro CO”. Stężenie CO wyrażone w ppm i przeliczane na zawartość COHb we krwi w procentach. Zasada działania miernika oparta jest na ogniwie elektrochemicznym, w którym zachodzi reakcja CO z elektrolitem na jednej elektrodzie i tlenem (z otaczającego powietrza) na drugiej. Wytworzony w reakcji prąd elektryczny jest proporcjonalny do stężenia CO w ppm, korelując z poziomem COHb we krwi w procentach. Zakres pomiaru od 0 do 500 ppm CO oraz czułość 1 ppm.

Wyniki opracowano statystycznie, obliczając średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe, a oceny istotności różnic wartości średnich wykonano testem *t-Studenta*.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badania wpływu narażenia na CO w pracy na poziom COHb we krwi, przeprowadzono w jednej z Kopalń Węgla Kamiennego w Jastrzębiu- Zdroju. Pomiary zawartości CO w wydychanym powietrzu wykonano u 135. pracowników dołowych przed i po pracy. Wśród badanych 81 pracowników nie było palaczami tytoniu, pozostałe 54 zadeklarowało nałogowe palenie papierosów. Analizę wyników przeprowadzono oddzielnie dla osób niepalących i palących. Palenie papierosów powoduje wzrost stężenia COHb we krwi, często stwierdzany w populacji dorosłych. U niepalących mieszkańców miast narażonych na CO z powietrza atmosferycznego stężenie COHb rzadko sięga 3%, podczas gdy u palaczy często spotyka się stężenia wynoszące nawet 3–15%. Stężenie fizjologiczne COHb zależne od endogennego wytworzenia CO ocenia się na 0,1–1% (9, 11).

1. Poziom COHb we krwi przed i po pracy u pracowników Kopalni Węgla Kamiennego w zależności od stanowiska pracy w kopalni.

Pomiary stężenia COHb we krwi wykonano w 5 grupach zawodowych opisanych jako grupy A, B, C, D, E. Wyniki przedstawiono w tab. I dla niepalących i dla palących.

W grupie A przebadano 29 górników, w tym 19 nie było palaczami tytoniu. W tej grupie średnie stężenie COHb przed pracą i po nie różniło się statystycznie istotnie tab. I.

Tab e l a I. Poziom karboksyhemoglobiny (COHb %) we krwi pracowników pięciu oddziałów Kopalni Węgla Kamiennego mierzona przed i po pracy

Tab l e I. Blood carboxyhaemoglobin (COHb %) level of coal miners measured before and after work

Grupa badana	n	Stężenie COHb (%) $\bar{x} \pm SD$		Istotność
		przed pracą	po pracy	
A	19	0,49 \pm 0,49	0,47 \pm 0,34	nieistotne
B	18	0,14 \pm 0,16	0,30 \pm 0,20	istotne $p \leq 0,018$
C	7	0,20 \pm 0,19	0,16 \pm 0,08	nieistotne
D	11	0,53 \pm 0,42	0,40 \pm 0,29	nieistotne
E	26	0,39 \pm 0,45	0,32 \pm 0,31	nieistotne
Palący łącznie	54	5,14 \pm 12,99	0,94 \pm 0,69	istotne $p \leq 0,01$

U 42,1% badanych nastąpił wzrost poziomu COHb we krwi, u 36,8% spadek, a u 21,05% pracowników nie wykazano zmian. Taki rozkład zmian w poziomie COHb we krwi może być spowodowany zróżnicowaniem wysiłku fizycznego wśród pracowników, a także zmiennością wewnątrzsobniczą badanych.

W Grupie B przebadano 29 pracowników, przy czym 18 było niepalących. Średnie stężenie COHb wzrosło istotnie statystycznie po pracy, ale utrzymywało się w granicach normy fizjologicznej. U 55,6% pracowników niepalących oznaczono wzrost poziomu COHb po pracy, u 44,4% poziom COHb pozostał bez zmian. Pracownicy tego oddziału byli narażeni na największy wysiłek fizyczny i wysoką temperaturę spośród badanych na innych stanowiskach, co przypuszczalnie mogło wpłynąć na wzrost poziomu COHb zmierzonego po pracy. Znaczny wysiłek fizyczny powoduje zwiększenie wentylacji minutowej, przez co zostaje zwiększona ilość powstającej COHb we krwi (15).

W grupie C nastąpił spadek nieistotnie statystyczny średniego stężenia COHb we krwi po pracy i był najniższy spośród badanych grup. Badania w tej grupie mogły być obarczone błędem ze względu na małą liczebność badanych pracowników. W grupie tej u 28,6% badanych nastąpił niewielki wzrost poziomu COHb, u 42,9% nastąpił spadek po pracy, wszystkie stężenia były w granicach normy fizjologicznej.

W grupie D przebadano 21 górników, z czego niepalących było 11. Wzrost poziomu COHb nastąpił u 27,3% badanych, spadek u 45,5% i bez zmian pozostało u 27,3% pracowników. Średnie stężenie COHb we krwi w tej grupie nieistotnie obniżył się po pracy, a średni poziom był najwyższy przed pracą spośród reszty badanych grup. Materiały wybuchowe, są niewątpliwie źródłem tlenu węgla (16). Wy-

niki przeprowadzonych pomiarów, mogłyby być inne, gdyby pomiarów dokonano bezpośrednio po wybuchu materiału, a wykonanie badań pod ziemią ze względów bezpieczeństwa badających i organizacyjnych nie było możliwe. Ponadto, górnicy strzałowi po wybuchu, a przed wyjazdem na powierzchnię, korzystają z aparatów tlenowych dostępnych pod ziemią co także miało wpływ na uzyskane wyniki.

W grupie E przebadano 39 ratowników górniczych, z tego 26 było niepalących. U 38,5% nastąpił wzrost, u 42,3% spadek, a u 19,2% poziom COHb pozostał bez zmian.

Analizując poszczególne stanowiska pracy, można stwierdzić, że wśród niepalących górników poziomy COHb mieściły się w zakresie fizjologicznym, a nieistotny statystycznie wzrost poziomu COHb po pracy oznaczono tylko w grupie B. Badania nie wykazały zwiększonego narażenia na CO podczas pracy. Poziomy COHb dla osób niepalących nie narażonych zawodowo na dodatkowe źródło CO mogą wynosić do 1,9% w sezonie grzewczym, natomiast u osób palących od 1 do 10 papierosów dziennie stężenie COHb może osiągać 5,2%, 6,9% dla osoby wypalającej 11–20 papierosów i 9,6% po wypaleniu więcej niż 20 papierosów (12, 14, 17).

Biorąc pod uwagę ogromne rozpowszechnienie nałogu palenia tytoniu w Polsce (ok. 50% populacji dorosłych) stwierdzono, że narażenie palaczy na CO z dymu papierosowego jest w znacznym stopniu większe aniżeli narażenie na ten związek mieszkających terenów nawet silnie uprzemysłowionych, jakim jest Górnośląski Okręg Przemysłowy (18). W badaniach przeprowadzonych w kopalni, grupę palaczy łącznie stanowiło 54 osób ze wszystkich stanowisk pracy. U żadnego z tych pracowników nie wystąpił wzrost poziomu COHb we krwi po pracy, tylko u jednego badanego zawartość pozostała bez zmian. Różnica pomiędzy pomiarami przed i po pracy jest statystycznie istotna przy $p = 0,018$. Poziom COHb u górników palących podano w tab. I, i wyniósł przed pracą 5,14%, a po pracy stężenie spadło do 0,94%. Spadek ten spowodowany jest przerwą w paleniu tytoniu podczas pracy, gdzie nie wykazano wzmożonego narażenia na CO dla grup niepalących górników.

W ankiecie dla badanych umieszczono 7 najbardziej charakterystycznych objawów przewlekłego narażenia na tlenek węgla, jak: bóle i zawroty głowy, uczucie zmęczenia, senność w ciągu dnia, bezsenność w nocy, zaburzenia ciśnienia krwi, nudności i utrata łaknienia (11, 14). Wśród badanych niepalących górników 79,8% nie wskazało żadnego objawu, największy procent 8,6% wskazało na uczucie zmęczenia i 4,9% senność w ciągu dnia, inne objawy w bardzo małym procencie i żaden nie wskazał na utratę łaknienia. W grupie palących górników 46,6% nie wskazało żadnych objawów, a najwięcej 12% wskazało na zaburzenia ciśnienia krwi, następnie 11% na bezsenność w nocy i w dalszej kolejności wskazywano na bóle i zawroty głowy, senność w ciągu dnia, uczucie zmęczenia, nudności i utratę łaknienia.

2. Poziomy COHb we krwi przed i po pracy u kierowców i mechaników autobusowych Komunikacji Miejskiej we Wrocławiu.

Przebadano 67 kierowców autobusów, w tym 38. było niepalących, a 29 palących. W grupie A u 30 kierowców wykonano pomiary zawartości CO w wydychanym powietrzu przed pracą (godz. 4 rano) i po zakończeniu pracy (godz. 18). Pomiedzy godz. 4 a 18 kierowcy mają przerwę w pracy od 8 do 12. W grupie B przebadano 37 kierowców, a pomiary wykonano po przerwie o godz. 12 i po zakończeniu pracy

o godz. 18. Wyniki poziomów COHb z tych pomiarów oddzielnie dla palących i niepalących przedstawiono w tab. II.

Table II. Poziom karboksyhemoglobiny COHb (%) we krwi kierowców i mechaników autobusowych mierzone przed i po pracy

Table II. Blood carboxyhaemoglobin (COHb %) level of bus drivers and bus mechanics measured before and after work

Grupa badana	Niepalący			Palący		
	n	COHb (%) $\bar{x} \pm SD$		n	COHb (%) $\bar{x} \pm SD$	
		przed pracą	po pracy		przed pracą	po pracy
Kierowcy A	18	0,44 \pm 0,26	0,72* \pm 0,45	12	3,32 \pm 1,05	4,32* \pm 0,85
Kierowcy B	20	0,49 \pm 0,17	0,59 \pm 0,23	17	2,91 \pm 0,59	2,27 \pm 0,51
Mechanicy	28	0,43 \pm 0,18	0,44 \pm 0,21	31	2,28 \pm 1,08	2,48 \pm 0,96

Na zanieczyszczenia wynikające z powodu ruchu ulicznego pojazdów narażeni są policjanci, pracownicy garaży, taksówkarze, kierowcy ciężarówek i autobusów. Wyniki wielu badań wykazały w tych grupach zawodowych wzrost stężenia COHb do ok. 3% u niepalących i wielu badaczy wskazuje, że wzrost ten nie jest duży w porównaniu ze wzrostem powodowanym przez palenie papierosów (7). W naszych badaniach te spostrzeżenia się potwierdzają. U niepalących kierowców z grupy A średnie poziomy COHb przed i po pracy wynosiło 0,44 \pm 0,26% i wzrosło po zakończeniu pracy do 0,72 \pm 0,45%, co jest wzrostem statystycznie istotnym, lecz wzrost ten mieścił się w granicach poziomów fizjologicznych COHb we krwi u osób niepalących. Można stwierdzić, że wpływ narażenia na CO w pracy został stwierdzony, lecz nie było to narażenie duże. Natomiast poziomy u kierowców palących z tej grupie były istotnie wyższe zarówno od poziomów fizjologicznych jak i od stężeń u kierowców niepalących. Wpływ pracy na wzrost stężenia COHb był statystycznie istotny.

W grupie B kierowców, obserwujemy nieistotny wzrost poziomu COHb we krwi po pracy u niepalących i nieistotny spadek u palących. Poziomy wyjściowe u niepalących nieistotnie wyższe w porównaniu z grupą A i również mieściły się w normie fizjologicznej, natomiast u palących poziomy COHb we krwi są wyższe zarówno od normy jak i od średniej dla kierowców niepalących.

W grupie badanych mechaników autobusowych niepalących przed i po pracy stwierdzono takie same średnie poziomy COHb we krwi, a więc w pracy brak wzrostu narażenia na CO, a wśród palących poziom przekraczający normę fizjologiczną nieistotnie wzrósł po pracy. Wyższe stężenia COHb we krwi u mechaników palących jest spowodowany paleniem papierosów.

WNIOSKI

1. W badanych grupach górników niepalących, poziom COHb po pracy był wyższy statystycznie istotnie tylko w grupie B (górnictwo przygotowawcze) i u wszystkich badanych mieścił się w stężeniach fizjologicznych (do 1%).

2. W grupach palących pracowników Kopalni (łącznie) poziom COHb we krwi był istotnie wyższy w porównaniu z grupami niepalących i istotnie spadł po pracy (zakaz palenia papierosów podczas pracy).

3. Częstość występowania negatywnych objawów zdrowotnych związanych z narażeniem na CO w większym procencie występowało w grupach palących nałogowo pracowników Kopalni Węgla Kamiennego.

4. Istotny statystycznie wzrost poziomu COHb po pracy wystąpił w grupie A (pomiar przed pracą o godz. 4 i po pracy o godz. 18) kierowców autobusowych zarówno u niepalących jak i palących.

5. U kierowców niepalących z grupy B (przed rozpoczęciem zmiany o godz. 12 i po zakończeniu pracy o godz. 18) nastąpił nieistotny wzrost poziomu COHb we krwi po pracy u palących nieistotny spadek, jednakże poziom COHb w porównaniu z niepalącymi był istotnie wyższy.

6. W grupie mechaników, zarówno niepalących jak i palących nastąpił nieistotny wzrost stężenia COHb we krwi po pracy, u palących było istotnie wyższe w porównaniu z niepalącymi.

7. Częstość zgłaszania niekorzystnych objawów zdrowotnych łącznie przez pracowników Komunikacji Miejskiej palących i niepalących, była podobna. Głównie zgłaszano uczucie zmęczenia i bezsenna.

8. U wszystkich badanych niepalących stężenie COHb we krwi mieściło się na poziomie fizjologicznym, u wszystkich palących badanych było statystycznie istotnie wyższe i przekraczało poziom fizjologiczny.

J. Lembas-Bogaczyk, A. Długosz, A. Gawron, E. Milewska

CARDIOTOXICITY OF CARBON MONOXIDE AND THE EVALUATION OF EXPOSURE IN DIFFERENT GROUPS OF WORKERS

Summary

Occupational or environmental chronic intoxication by carbon monoxide causes abnormalities without apparent symptoms. The repeated incidents of hypoxia lead to accumulation of pathological changes in the cardiovascular system that may be dangerous, particularly in hard-working people. These include cases of cardiac infarction, myocardial necrosis, epithelial damage and coronary thrombosis. Keeping in mind those facts, it seems advisable to study occupational exposure to CO in the group of workers, especially from the viewpoint of disease monitoring prevention. Our study comprised examination of the group of 135 coal-miners from 5 different departments, 57 bus drivers and 59 bus mechanics. The exposure was evaluated by measuring CO in exhaled air before and after work. The examinations were performed using a MicroCO Monitor. The level of expired CO was assessed by determination of blood COHb level in ppm which was used to calculate the corresponding per cent concentration value. Our evaluations showed a statistically significant increase in COHb level during work in the group of non-smoking coal-miners from one department, while in the other four groups, the influence of work on COHb level was insignificant. The levels of COHb in the examined group were within normal concentration range (below 1%). However, in the group of heavy smokers, the high COHb concentration of 5.14% before work dropped to 0.94% after work. This drop resulted from the prohibition to smoke during the work. In the group of non-smoker bus drivers the COHb level increased during the work from 0.44% to 0.72%; in the group of bus mechanics, statistically significant changes were not observed (COHb level was 0.44% before and 0.43% after work). The smoking bus drivers and bus mechanics showed higher COHb level in comparison with non-smoking ones. The influence of exposure at the time of work and the smoking was cumulative; the mean value for bus drivers before work was 3.32% and after work 4.32%; for bus mechanics 2.28% before and 2.48% after work. In all examined groups of workers, the influence of exposure to CO during work was

small compared to the effect of tobacco smoke in the heavy smokers. The most frequent symptoms (more frequent in smokers) reported by examined people were headache, sleeplessness at night and sleepiness during daytime, loss of appetite and blood pressure disturbances.

PIŚMIENNICTWO

1. *Gandini C., Castoldi A.F., Candura S.M., Locatelli C., Butera R., Priori S., Manzo L.*: Carbon monoxide cardiotoxicity. *Clin. Toxicol.*, 2001; 39(1): 35-44. – 2. *Gandini C.J.*: Cardiac damage in pediatric carbon monoxide poisoning. *Clin. Toxicol.*, 2001; 39(1): 45-51. – 3. *Melin A., Obert P., Rebocho M., Bnnet P.*: Cardiac morphology and function following long-term exposure to carbon monoxide at high altitude in rats. *J. Toxicol. Environ. Health., Part A.* 2002; 65: 1981-1998. – 4. *Pach J., Pach D., Hubalewska-Hola A., Kroch S., Targosz D.*: Ocena kardiotoksycznego działania tlenku węgla w zatruciach zbiorowych. *Przegl. Lek.*, 1998; 55(10): 505-507. – 5. *Raub J., Mathieu-Nolf M., Hamson N.B., Thom S.R.*: Carbon monoxide poisoning- a public health perspective. *Toxicology.*, 2000; 145: 1-14. – 6. *Wocka-Marek W., Kłopotowski J., Kicka M., Wylężek P., Niedziela-Marx J., Zygan U.*: Wartość oznaczania tropiny I w diagnostyce uszkodzenia mięśnia sercowego w przebiegu ostrego zatrucia tlenkiem węgla. *Med. Pracy.* 2002; 53(2): 119-123. – 7. *Kryteria Zdrowotne Środowiska: Tlenek węgla.* Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej Departament Inspekcji Sanitarnej. Wydawnictwo Lekarskie, PZWL, Warszawa 1987; 13. – 8. *Gorman D., Drewry A., Huang Y.L.*: The clinical toxicology of carbon monoxide. *Toxicology.*, 2003; 187: 25-38. – 9. *Starek A.*: Skutki zdrowotne narażenia zawodowego na substancje chemiczne u palaczy tytoniu. *Med. Pracy.* 2002; 53(1): 73-77. – 10. *Clifford M.J., Clarke R., Riffat S.B.*: Drivers exposure to carbon monoxide in Nottingham U.K. *Atmospheric Environ.* 1997; 31(7): 1003-1009.
11. *Seppenelen A.*: Smoking in closed space and its effect on carboxyhemoglobin COHb saturation of smoking and nonsmoking subjects. *Ann. Clin. Res.*, 1977; 9(5): 281-283. – 12. *Zevin S., Saunders S., Gourlay S.G., Peton J. III., Benowitz N.L.*: Cardiovascular effects of carbon monoxide and cigarette smoking. *J. Am. Coll. Card.*, 2001; 38(6): 1633-1638. – 13. *Zhang J.*: Mitochondrial oxidative stress after carbon monoxide hypoxia in rat brain. *J. Clin. Invest.*, 1992; 90(4): 1193-1199. – 14. *Raub J.A.*: Health effects of exposure to ambient carbon monoxide. *Chemosphere: Global Change. Science.* 1999; 1: 331-351. – 15. *Marek K.*: Choroby zawodowe. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001. – 16. *Bądzelewicz H., Ofiok J., Rogacz J., Stokłosa J.*: Organizacja i taktyka w ratownictwie górniczym. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1981. – 17. *Arroyo G.I.*: Subclinical carbon monoxide poisoning in our health area. *Rev. Clin Esp.*, 2003; 203(8): 378-381. – 18. *Czogala J.*: Wpływ palenia papierosów na kształtowanie się narażenia środowiskowego na tlenek węgla mieszkańców terenów silnie i słabo uprzemysłowionych. *Roczn. PZH.* 1999; 49: 231-240.

Adres: 50-417 Wrocław, ul. R. Trauguta 57/59.