

Ocena narażenia na tlenek węgla grupy strażaków z jednostki ratowniczo-gaśniczej

Assessment of exposure to carbon monoxide group of firefighters from fire fighting and rescue units

Jadwiga Lembas-Bogaczyk, Anna Długosz, Ilona Tokarczyk

Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Katedra i Zakład Toksykologii. Kierownik: Prof. dr hab. Anna Długosz

Praca wykonana w ramach działalności statutowej nr ST-280.

Streszczenie

Badania zagrożeń strażaków w warunkach pożaru substancjami chemicznymi wykazały we wszystkich przypadkach obecność tlenku węgla. Wchłaniany przez drogi oddechowe łącząc się z hemoglobina blokuje transport tlenu w organizmie, co doprowadza do anoksji tkankowej, która jest bezpośrednim zagrożeniem życia strażaków. Celem pracy była ocena narażenia na tlenek węgla strażaków uczestniczących w akcji gaszenia pożaru. Oszacowanie ilości wchłanianego tlenku węgla przez strażaków wykonano w grupie 40 strażaków z Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej Państwowej Straży Pożarnej w Nysie na podstawie pomiaru tlenku węgla w wydychanym powietrzu. Do pomiarów tlenku węgla w wydychanym powietrzu użyto miernika Micro CO. Wyniki analizowano oddzielnie dla niepalących ($n = 25$) i dla palących papierosy ($n = 15$). Średni poziom COHb % dla niepalących wykonany przed akcją ratowniczo-gaśniczą wyniósł $0,39 \pm 0,30\%$ i wzrósł po akcji istotnie statystycznie do $0,61 \pm 0,34\%$, natomiast w grupie palących poziom ten wyniósł $2,17 \pm 0,64\%$ przed akcją i wzrósł nieistotnie po akcji do $2,33 \pm 0,63\%$. Poziom średni COHb% w tych samych grupach przed i po ćwiczeniach sprawnościowych wynosił odpowiednio dla niepalących przed ćwiczeniami $0,48 \pm 0,28\%$ i po ćwiczeniach obniżył się statystycznie istotnie do $0,30 \pm 0,27\%$, a w grupie palących przed ćwiczeniami wynosił $2,23\% \pm 0,61$ i obniżył się istotnie statystycznie do $1,54 \pm 0,71\%$. Stosując podział zależnie od wieku i stażu pracy nie stwierdzono różnic.

Słowa kluczowe: poziom COHb we krwi, narażenie na CO, strażacy, akcja ratunkowo-gaśnicza

Abstract

Firemen threat during fire burning of chemical substances indicated presence of carbon monoxide (CO) in all cases. Carbon monoxide causes death of fire. Inhaled through respiratory system, links with hemoglobin, thus blocking transport and distribution of oxygen in the body. This leads to tissue anoxia, which is a direct threat to firefighters' life. The purpose of this study was to assess the exposure to carbon monoxide of participating firefighters extinguishing fire. Estimation of carbon monoxide quantity absorbed by firefighters was isolated in a group of 40 firefighters from Fire Extinguishing and Rescue Unit of State Fire in Nysa. The study was conducted by measuring carbon monoxide in exhaled air. For measurement of carbon monoxide concentration in exhaled air Micro CO meter was used. Results were demonstrated separately for nonsmokers ($n = 25$) and smokers ($n = 15$). Mean COHb[%] levels in nonsmokers, measured prior the rescue action was $0,39 \pm 0,3\%$ and increased statistically significant after the action to $0,61 \pm 0,34\%$, while in the group smokers, this level was $2,17 \pm 0,64\%$ before the action and increased insignificantly after the action to $2,33 \pm 0,63\%$. The average COHb level in the same groups before and after exercise, was respectively: for nonsmokers prior to exercise was $0,48 \pm 0,28\%$ and after exercise decreased statistically significant to $0,30 \pm 0,27\%$. In the group of smokers before exercise was $2,23 \pm 0,61\%$ and decreased statistically significant up to $1,54 \pm 0,71\%$. It was no difference between the group of age and time of employment.

Key words: COHb blood level, exposure to CO, firefighters, actions to extinguish the fire and rescue

Nadesłano: 30.07.2010

Zatwierdzono do druku: 30.09.2010

Wstęp

Skład toksycznych gazów powstających podczas pożarów zależy od rodzaju palących się materiałów i warunków procesu spalania. Badania składu substancji powstających podczas pożarów przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych wykazały, że tlenek węgla był obecny we wszystkich przypadkach, a jego stężenie oznaczane w powietrzu osiągało wartości maksymalne od 1000–15.000 mg/m³ [1, 2]. Podobne badania przeprowadzone w Polsce, wykazały obecność CO w pobranych próbkach powietrza bezpośrednio w warunkach akcji gaśniczej i ilość CO wahała się od 0–720 mg/m³ [3]. Narażenie strażaków na tlenek węgla podczas akcji gaszenia pożaru jest w każdym przypadku możliwe, ale ilość tlenu węgla wchłanianego przez strażaków nie jest dokładnie znana. Nieliczne badania stężenia tlenu węgla w wydychanym powietrzu, potwierdzają większe jego wchłanianie u strażaków po akcji gaszenia pożaru oraz większe stężenie u palących papierosy [4]. Podczas pożarów dla podtrzymania palenia pobierany jest tlen z otaczającego powietrza, co powoduje zmniejszenie jego procentowej zawartości w składzie powietrza niezbędnego dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, a jednocześnie wzrasta stężenie substancji toksycznych, takich jak tlenek węgla. Szczególną wrażliwość na brak tlenu wykazuje układ nerwowy i mięsień sercowy. Dopuszczalna granica obniżenia zawartości tlenu, z normalnej 21% w powietrzu, wynosi maksymalnie do 17–16%. Przy tym stężeniu przy normalnym ciśnieniu 1013 hPa, hemoglobina we krwi jest wysyczona tlenem w około 95%. Spadek zawartości tlenu w powietrzu powoduje spadek wysycenia hemoglobiny i występowanie objawów ostrego głodu tlenowego. Przy stężeniu tlenu w powietrzu 16–14% pojawia się wzmożona częstotliwość oddechów i przyspieszenie tętna. Przy stężeniu tlenu 14–10% występują zaburzenia równowagi i koordynacji ruchów oraz zaburzenia ze strony układu nerwowego. Przy obniżeniu tlenu w powietrzu do 10–6% objawy niedotlenienia wzmagają się, występują mdłości, wymioty, utrata zdolności poruszania się, a po pewnym czasie dochodzi do utraty przytomności i do śpiączki. Dalsze zmniejszanie się zawartości tlenu w powietrzu powoduje w kilka minut ustanie akcji serca. Przebywanie w obszarze pożaru około 5 minut przy spadku zawartości tlenu o 3% jest jeszcze bezpieczne. Przy zawartości tlenu węgla w powietrzu 0,01% nawet kilka godzin, brak oznak zatrucia, przy stężeniu 0,04% do 2 godzin występują bóle głowy i nudności. Przy 0,16% zawartości CO przez 20 minut pojawiają się dodatkowo bóle i zawroty głowy, a stężenie 0,5% w ciągu 20–30 minut może spowodować zatrucie śmiertelne, a zawartość 1% CO śmierć w ciągu 1 do kilku minut. [5, 6].

Podczas pożarów, strażacy są narażeni na podwyższoną temperaturę i strumień promieniowania cieplnego. W strefie spalania gazów, cieczy i materiałów stałych, średnia temperatura może wynosić około 10.000° C. Toksyczne produkty powstające w warunkach pożaru, oprócz CO₂ i CO są to również: tlenki siarki, pięciotlenek fosforu, tlenki azotu, pary cyjanowodoru, chlorowodoru, siarkowodoru. Wiele ofiar zatrucia CO, umiera lub doświadcza ciężkiego urazu neurologicznego pomimo leczenia. Aż około 50% uratowanych po odzyskaniu przytomności, może doznać w różnym stopniu lżejszych, lecz ograniczających sprawność, neuropsychiatrycznych powikłań. Zadymienie skutkuje między innymi ograniczeniem widoczności, co powoduje utratę orientacji, łzawienie oczu i utrudnia ewakuację ludzi zagrożonych. W Polsce przeprowadzono badania przyczyn zachorowań wśród strażaków wykonujących bezpośrednie czynności ratowniczo-gaśnicze. Badania te wykazały, że najczęstszą przyczyną czasowej niezdolności do pracy były choroby układu oddechowego (22,3%), choroby układu nerwowego i narządów zmysłów (18,5%), choroby układu kostno-mięśniowego i tkanki łącznej 18%, choroby układu krążenia (takie jak, nadciśnienie, niedokrwienne choroba serca) stanowiły 12,9% absencji chorobowej. Zaburzenia psychiczne to aż 8,1%, choroby układu trawiennego – 6,8%, nowotwory 1,5%, wśród pozostałych przyczyn stwierdzono choroby krwi i narządów krwiotwórczych [7].

Oszacowanie jakie ilości tlenu węgla są wchłaniane przez strażaków podczas akcji ratowniczo-gaśniczej zostały podjęte przez badaczy z Japonii, poprzez oznaczenie tlenu węgla w powietrzu wydychanym u strażaków po powrocie z akcji. Stwierdzono obecność COHb średnio w ilości 3,5% u niepalących i 5,7% u palących, po 5 dniach wolnych oznaczone stężenie spadło odpowiednio u niepalących do 1,5% i do 3,8% u palących [8]. Badania amerykańskie ostrego działania po toksycznej ekspozycji na układ oddechowy strażaków, wykazały istotne zmiany funkcjonalne u tych, którzy nie chronili dróg oddechowych aparatem tlenowym. Nie zaobserwowano żadnych zmian u strażaków stosujących ochronę dróg oddechowych. Oznaczony poziom we krwi COHb% u strażaków nie stosujących ochrony przed akcją wynosił 1,5% i po akcji wzrósł statystycznie nieistotnie do 2% [9]. Inne badania poprzez pomiar ilości CO w wydychanym powietrzu wykazały poziom COHb% u strażaków stosujących ochronę dróg oddechowych od 0%–3%, a bez zabezpieczenia otrzymano wartości od 4% do 14%. Oceniono, że ta metoda pośrednia jest bardzo przydatna do oszacowania narażenia strażaków na CO [10].

Celem naszej pracy było oszacowanie narażenia na CO strażaków przed i po akcji ratowniczo-gaśniczej, przed i po ćwiczeniach sprawnościowych, poprzez pośrednie oznaczanie poziomu COHb% we krwi oznaczając CO w wydychanym powietrzu aparatem Micro CO.

Materiał i metody

Oszacowanie narażenia na CO wykonano w grupie 40 strażaków pracujących zawodowo w Jednostce Ratowniczo-Gaśniczej Państwowej Straży Pożarnej w Nysie. W grupie badanej 25 strażaków było niepalących, a 15 palących papierosy, analiza otrzymanych wyników poziomów HbCO% była prowadzona osobno dla grupy niepalących i palących. Średnia wieku badanych wynosiła 33 lata, a średni staż pracy 20 lat. Pomiar tlenu węgla w wydychanym powietrzu wykonywano w siedzibie Jednostki, dwukrotnie przed i po powrocie zastępów z akcji ratowniczo-gaśniczej. Zachowując te same warunki pomiarów CO w wydychanym powietrzu, w tej samej grupie badanych strażaków wykonano pomiary przed i po ćwiczeniach sprawnościowych, które odbywają się na terenach położonych przy brzegu jeziora Nyskiego. Na tych terenach powietrze jest stosunkowo czyste, pozbawione zanieczyszczeń przemysłowych, ze środków transportu i komunalnych. Na ćwiczeniach strażacy ubrani są w takie same ubrania ochronne i używają tego samego sprzętu ochronnego dróg oddechowych, jak podczas rzeczywistych pożarów.

Do pomiarów CO w wydychanym powietrzu użyto przenośnego miernika „Micro CO” firmy MicroMedical. 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.

Urządzenie jest zaopatrzone w jednorazowy ustnik. Po włączeniu aparatu następuje zerowanie i rozlega się sygnał dźwiękowy, po usłyszeniu którego osoba badana wykonuje głęboki wdech i zatrzymuje powietrze na 20 sekund. Po upływie wskazanego czasu należy zatrzymane w płucach powietrze wdmuchać do aparatu. Po chwili wynik ukazuje się na wyświetlaczu LCD.

Otrzymane wyniki poziomów HbCO% opracowano statystycznie w programie Statistica, wersja 9. Do weryfikacji różnic między średnimi porównywanymi grup zastosowano test t-Studenta dla prób niezależnych. Rozkład wyników zmiennych jest normalny, wyniki statystycznie istotne zostały określone dla $p < 0,05$.

Wyniki badań

Poziomy karboksyhemoglobiny (HbCO%) we krwi określone poprzez oznaczenie CO w wydychanym powietrzu w grupie 40 strażaków przed i po akcji ratowniczo-gaśniczej (grupa A) oraz przed i po ćwiczeniach sprawnościowych (grupa B), oddzielnie dla palących i niepalących przedstawiono w tabeli I. W tabeli podano średnie i odchylenia standardowe, a istotność statystyczną porównywanych średnich określono testem t-Studenta dla $p < 0,05$.

Tabela I. Poziom karboksyhemoglobiny (COHb %) we krwi w grupie strażaków przed i po akcji ratowniczo-gaśniczej (grupa A) oraz przed i po ćwiczeniach (grupa B).

Table I. Level of carboxyhemoglobin (COHb%) in blood in group of firemen before and after fire fighting and rescue action (group A) and also before and after exercises (group B)

Grupa badana	Niepalący			Palący		
	COHb (%) średnia \pm SD		n	COHb (%) średnia \pm SD		n
	przed	po		przed	po	
A	0,39 \pm 0,30*	0,61 \pm 0,34*	25	2,17 \pm 0,64	2,33 \pm 0,63	15
B	0,48 \pm 0,28**	0,30 \pm 0,27**	25	2,23 \pm 0,61***	1,54 \pm 0,71***	15

* istotność statystyczna przy $p < 0,018$

** istotność statystyczna przy $p < 0,029$

*** istotność statystyczna przy $p < 0,008$

Średnie poziomy HbCO% w grupie A dla niepalących różniły się statystycznie istotnie przy $p < 0,018$ i wynosiły przed akcją 0,39 \pm 0,30%, a po akcji 0,61 \pm 0,34%. Dla palących średnia wartość HbCO% przed akcją wynosiła 2,17 \pm 0,64%, a po

akcji wzrosła statystycznie nieistotnie do 2,33 \pm 0,63%. W grupie B, w której przeprowadzono badania poziomu HbCO% przed i po ćwiczeniach sprawnościowych dla niepalących otrzymano średnie wartości HbCO% przed ćwiczeniami

0,48 ± 0,28%, a po ćwiczeniach 0,30 ± 0,27%, wartości średnich były istotne statystycznie przy p < 0,029. W grupie B dla palących również odnotowano istotny statystycznie spadek średnich wartości HbCO% po ćwiczeniach przy p < 0,008, a średnia przed ćwiczeniami wynosiła

2,23 ± 0,61% i po ćwiczeniach spadła do 1,54 ± 0,71%.

W tabeli II przedstawiono wyniki średnich poziomów HbCO% we krwi dla niepalących w zależności od stażu pracy i wieku przed i po ćwiczeniach oraz przed i po akcji ratowniczo-gaśniczej.

Tabela II. Poziom karboksyhemoglobiny (COHb %) we krwi w trzech grupach strażaków niepalących w zależności od wieku przed i po akcji ratowniczo-gaśniczej oraz przed i po ćwiczeniach.

Table II. Level of carboxyhemoglobin (COHb) in blood of three groups of non-smoking firemen depending on age before and after fire extinguishing action and also before and after exercises

Grupa strażaków	Poziom COHb [%] średnia ± SD				Istotność p < 0,05	n
	przed ćwiczeniami	po ćwiczeniach	przed akcją	po akcji		
1	0,53 ± 0,22*	0,21 ± 0,15*	0,37 ± 0,21•	0,56 ± 0,27•	*0,0087 •0,1791	7
2	0,39 ± 0,23*	0,23 ± 0,20*	0,28 ± 0,20•	0,52 ± 0,23•	*0,1170 •0,0254	10
3	0,58 ± 0,40*	0,46 ± 0,36*	0,54 ± 0,42•	0,78 ± 0,47•	*0,5663 •0,3056	8

1 – grupa strażaków ze stażem pracy do 10 lat i średnią wieku 23 lata

2 – grupa strażaków ze stażem pracy od 10–20 lat i średnią wieku 33 lata

3 – grupa strażaków ze stażem pracy powyżej 20 lat i średnią wieku 44 lata

Grupę strażaków niepalących podzielono w zależności od stażu pracy i wieku na trzy podgrupy: 1. grupa to badani ze stażem do 10 lat i średnią wieku 23 lata, 2. grupa od 10 do 20 lat pracy i średnią wieku 33 lata i 3. grupa ze stażem powyżej 20 lat ze średnią wieku 44 lata. Poziomy HbCO% wykonane przed ćwiczeniami były wyższe we wszystkich trzech grupach i spadły po ćwiczeniach, ale tylko w grupie 1. najmłodszych (średnia wieku 23 lata) z najniższym stażem, spadek był statystycznie istotny przy p < 0,0087. Odpowiednio wartości średnich wynosiły przed i po ćwiczeniach w grupie 1.: 0,53 ± 0,22% i 0,21 ± 0,15%; w grupie 2.: 0,39 ± 0,23% i 0,23 ± 0,20%; w grupie 3.: 0,58 ± 0,40% i 0,46 ± 0,36%. W grupach tych średnie poziomy HbCO% przed akcją ratowniczo-gaśniczą były niższe niż po akcji, ale statystycznie istotny wzrost był tylko w grupie 2. przy p < 0,0254. Otrzymane wartości średnich poziomów HbCO% przed akcją i po akcji wynosiły odpowiednio dla grupy 1.: 0,37 ± 0,21% i 0,56 ± 0,27%; dla grupy 2.: 0,28 ± 0,20% i 0,52 ± 0,23%; dla grupy 3.: 0,54 ± 0,42% i 0,78 ± 0,47%.

Z ankiety przeprowadzonej w badanej grupie strażaków w kierunku odczuwania przez nich negatywnych skutków zdrowotnych spowodowanych okresowym niedotlenieniem organizmu w narażeniu na CO wynika, że najczęściej bo 27,5% badanych strażaków wskazywało na senność w ciągu

dnia oraz uczucie zmęczenia, 15% bezsenność w nocy, 12,5% wskazało bóle głowy, 10% na trudności w zapamiętywaniu, 7,5% podało utratę apetytu i tyle samo brak koncentracji. Zdecydowanie największy procent, bo 67,5% badanych strażaków podało występowanie stresu, co jest związane z charakterem wykonywanej pracy.

Dyskusja

Badania przeprowadzone w różnych krajach, wykazały obecność w atmosferze dymów pożarowych tlenku węgla, który występuje zawsze, ale również wiele innych substancji toksycznych dla człowieka. Skład i ilość toksycznych substancji występujących w dymie pożarowym zależy od rodzaju palących się materiałów [1, 2, 7]. W warunkach prowadzonych działań ratowniczo-gaśniczych podczas pożaru, oznaczenie wielu substancji nie jest możliwe ze względu na wymóg zastosowania specjalistycznej aparatury laboratoryjnej, którą dysponują placówki naukowe lub instytuty badawcze.

W badaniach przeprowadzonych na ofiarach pożarów stwierdzono, że 24% zgonów, mających miejsce w wyniku pożarów budynków mieszkalnych, było spowodowanych tlenkiem węgla, a w prawie 35% przypadków zgonów, CO miał główny udział. Inne badania potwierdzają obecność HbCO we krwi

u 66% pobranej ze zwłok osób – ofiar pożarów. Badania narażenia strażaków na tlenek węgla i ilości wchłanianego CO przez strażaków uczestniczących w akcjach są bardzo nieliczne. Próby oszacowania wchłanianej ilości CO podjęli się w Japonii na podstawie pomiarów stężenia CO w wydychanym powietrzu u strażaków, w czasie 30–60 minut po ich powrocie z akcji gaśniczych i po 4. dniach. Średnie stężenie HbCO% po akcji dla niepalących wynosiło 3,5%, a dla palących 5,7% po czterech dniach spadło odpowiednio do 1,5% i 3,8%. W badaniach tych wykazano ponadto, że największe stężenie CO w wydychanym powietrzu zanotowano u strażaków biorących bezpośredni udział w akcji gaszenia pożaru, następnie u strażaków pełniących funkcje dowódcze, a u strażaków nie biorących bezpośrednio udziału, nie stwierdzono istotnych różnic w stężeniach CO. Analiza wyników nie wykazała zależności stężenia CO w wydychanym powietrzu od czasu narażenia i czasu trwania akcji ratowniczo-gaśniczej. [4, 10] Nasze badania, które opierają się również na pomiarze poziomu CO w wydychanym powietrzu dały podobne rezultaty. Udział strażaków w akcji ratunkowo-gaśniczej spowodował wzrost istotny statystycznie stężenia HbCO% po akcji w grupie niepalących, a w grupie palących niewielki wzrost statystycznie nieistotny. Udział w ćwiczeniach sprawnościowych spowodował spadek istotny statystycznie poziomu HbCO% zarówno u niepalących i palących. Ćwiczenia pomimo takiego samego wysiłku fizycznego jak przy rzeczywistych pożarach, ale prowadzone w miejscu o małym zanieczyszczeniu powietrza wpłynęły na zmniejszenie ilości HbCO% w obydwu grupach. Trzeba też zwrócić uwagę, że strażacy palący podczas ćwiczeń mieli przerwę w paleniu. Narażenie na tlenek węgla, wynikające z palenia papierosów jest wyraźne i potwierdzają to badania innych autorów [11]. Dym tytoniowy zawiera od 10. do 17. mg CO w przeliczeniu na jeden papieros. Stwierdzono średnie poziomy HbCO% we krwi w grupie palaczy z Sosnowca wyniosły 3,87%, a w grupie palaczy z Tomaszowa Lubelskiego 2,53%. Oznaczone poziomy HbCO% u palących i niepalących mieszkańców Monachium wynosiły odpowiednio 7,38% i 2,36%, natomiast z terenów wiejskich Bawarii wartości te wyniosły 6,06% i 1,03%. Nie ma wątpliwości, że narażenie na tlenek węgla palaczy papierosów dodaje się do narażenia środowiskowego, a przemysłowe i komunalne zanieczyszczenia wpływają wymiennie na narażenie ludzi, zarówno niepalących, jak i palaczy papierosów [11]. Jednak w przypadku palących strażaków można uznać, że sprawniej funkcjonują mechanizmy adaptacyjne do wysokich stężeń CO podczas akcji gaśniczej. Wydaje się, że te dane wskazują na sprawniejsze mechanizmy reparacyjne u osób mło-

dych, u których ćwiczenia dają bardziej widoczny efekt niż u osób starszych. Analiza wyników uzyskanych w grupie niepalących strażaków w zależności od stażu pracy i wieku, wykazała istotny statystycznie spadek poziomu HbCO% w grupie strażaków ze stażem do 10 lat i średnią wieku 23 lata po ćwiczeniach sprawnościowych, a nieistotny wzrost po akcji ratowniczo-gaśniczej ze średnio 0,37% do 0,56%. W grupie 2. ze stażem od 10 do 20 lat i średnią wieku 33 lata, istotnie statystycznie okazał się wzrost HbCO% po akcji ratowniczo-gaśniczej ze średnio 0,28% do 0,52%, a ćwiczenia wpłynęły na nieistotny spadek ze średnio 0,39% do 0,23%. Natomiast, w grupie z najdłuższym stażem powyżej 20 lat ze średnią wieku 44 lata zarówno spadek po ćwiczeniach, jak i wzrost po akcji nie były statystycznie istotne.

Wnioski

1. Udział strażaków w akcji ratowniczo-gaśniczej powoduje wzrost poziomu HbCO% istotny statystycznie w grupie niepalących i nieistotny w grupie palących.
2. Ćwiczenia wpływają na obniżenie zawartości HbCO, istotnie w grupie palących, niepalących i najmłodszych strażaków.
3. Poziomy HbCO% nie różni się statystycznie istotnie pomiędzy grupami o różnym stażu i wieku.
4. Negatywne skutki zdrowotne wykazywane przez badanych to senność w ciągu dnia i uczucie zmęczenia, bezsenność w nocy i bóle głowy, a najczęściej stres związany z wykonywaniem zawodu strażaka.

Wykaz piśmiennictwa

1. Brandt-Rauf P. W., Fallon L. F., Tarantini T., Cathy Idema, Andrews L.: Health hazards of firefighters: exposure assessment. *Br J Ind Med* 1988; 45(9): 606 – 612.
2. Jankovic J., Jones W., Burkhardt J. i wsp.: Environmental study of firefighters. *Ann Occup Hyg* 1991; 35 (6): 581-602.
3. Pośniak M.: Zagrożenia chemiczne w warunkach akcji gaśniczo-ratowniczych. *Med. Pracy* 2000; LI (4): 335-344.
4. Sawicki T.: Oddziaływanie tlenu węgla na strażaków w warunkach akcji ratowniczo-gaśniczej. *Bezpieczeństwo Pracy* 2004; 4: 28-29.
5. Kłopotowski J.: 12. Ostre zatrucia innymi związkami chemicznymi. *Gazy*. (w:) Bogdanik T. (ed.): Toksykologia Kliniczna. PZWL, Warszawa 1988: 383-391.
6. Indulski J. (red. nac.): Kryteria zdrowotne środowiska. 13. Tlenek węgla.: MZ. OS, Departament Inspekcji Sanitarnej. PZWL, Warszawa 1987: 60-99.
7. Sawicki T.: Czynniki zagrażające bezpieczeństwu strażaków w warunkach pożaru. *Bezpieczeństwo Pracy* 2004; 7-8: 35-38.
8. Takano T., Maeda H.: Exposure of firefighters to carbon monoxide. *J Combustion Toxicology* 1981; 8: 89-95.

9. Brandt-Rauf P. W., Cosman B., Fleming Fallon JR L., i wsp.: Health hazards of firefighters: acute pulmonary effects after toxic exposures. *Br J Ind Med* 1989; 46: 209-211.
10. Cone D. C., MacMillan D. S., Van Gelder C., i wsp.: Noninvasive fireground assessment of carboxyhemoglobin levels in firefighters. *Prehosp Emerg Care* 2005; 9 (1): 8-13.
11. Czogała J.: Wpływ palenia papierosów na kształtowanie się narażenia środowiskowego na tlenek węgla mieszkańców terenów silnie i słabo uprzemysłowionych. *Roczn PZH* 1998; 49: 231-240.

Adres do korespondencji:

J. Lembas-Bogaczyk

Katedra i Zakład Toksykologii

Akademii Medycznej we Wrocławiu

ul. Traugutta 57/59, 50-417 Wrocław

tel./fax 71 344 43 75

e-mail: jlembas@tox.am.wroc.pl