

Miłosz PIETRUS<sup>1</sup>  
 Paweł PAPROTA<sup>2</sup>  
 Renata RADZISZEWSKA<sup>3</sup>  
 Hubert HURAS<sup>4</sup>  
 Artur LUDWIN<sup>1</sup>  
 Marcin WIECHEĆ<sup>1</sup>  
 Agnieszka NOCUN<sup>1</sup>  
 Piotr OSSOWSKI<sup>4</sup>  
 Anna KNAFEL<sup>1</sup>  
 Marta KIAŁKA<sup>5</sup>  
 Joanna KŁYSZEJKO-MOLSKA<sup>6</sup>  
 Kazimierz PITYŃSKI<sup>1</sup>  
 Aleksandra ZAŁUSTOWICZ<sup>7</sup>  
 Tomasz BANAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika Ginekologii i Onkologii UJ CM, Kraków  
 Kierownik:  
 Prof. dr hab. med. *Antoni Basta*

<sup>2</sup>Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii nr 2 UJ CM, Kraków  
 Kierownik:  
 Prof. dr hab. med. *Janusz Andres*

<sup>3</sup>Klinika Neonatologii UJ CM, Kraków  
 Kierownik:  
 Prof. dr hab. med. *Ryszard Lauterbach*

<sup>4</sup>Klinika Położnictwa i Perinatologii UJ CM, Kraków  
 Kierownik:  
 Dr hab. med. *Hubert Huras, prof. UJ*

<sup>5</sup>Klinika Endokrynologii Ginekologicznej UJ CM, Kraków  
 Kierownik:  
 Dr hab. med. *Robert Jach*

<sup>6</sup>Katedra Położnictwa, Chorób Kobięcych i Ginekologii Onkologicznej, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
 Kierownik:  
 Prof. dr hab. med. *Marek Grabiec*

<sup>7</sup>Szpitalny Oddział Ratunkowy, Szpital Uniwersytecki, Kraków  
 Kierownik:  
 Dr med. *Aleksandra Załustowicz*

**Dodatkowe słowa kluczowe:**  
 tlenek węgla  
 ciąża  
 zatrucie

**Additional key words:**  
 carbon monoxide  
 pregnancy  
 poisoning

Adres do korespondencji:  
 Miłosz Pietrus  
 Klinika Ginekologii i Onkologii  
 Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum  
 ul. Kopernika 23  
 31-501 Kraków  
 Tel/Fax 12 424 85 60  
 e-mail: milosz.pietrus@poczta.fm

## Zatrucie tlenkiem węgla u kobiety ciężarnej

### Carbon monoxide poisoning in pregnant woman

Zatrucie tlenkiem węgla należy do najczęstszych zatruc powodowanych przez gazy. Ekspozycja kobiety ciężarnej na działanie CO wiąże się z transmisją tego gazu do płodu, co może skutkować objawami jego niedotlenienia, a w dalszej kolejności uszkodzeniami narządów. W artykule przedstawiamy opis przypadku zatrucia kobiety w 28 tygodniu ciąży, u której podjęto leczenie w komorze hiperbarycznej. Terapia zakończyła się powodzeniem, a ciężarna urodziła zdrowe, donoszone dziecko. Wydaje się, że ten sposób postępowania w przypadku zatrucia kobiety ciężarnej jest najkorzystniejszym rozwiązaniem.

#### Wstęp

W Polsce, w latach 2000–2011, rejestrowano rocznie od 331 do 418 zgonów spowodowanych zatruciem gazami. Z powodu ekspozycji na tlenek węgla (CO) hospitalizowano w latach 2008–2010 od 2557 do 5026 pacjentów. Wśród tych pacjentów wystąpiły 122 zgony [1]. Według statystyk Państwowej Straży Pożarnej w sezonie grzewczym 2013/2014 w związku z zatruciem tlenkiem węgla zostało poszkodowanych 2290 osób, z których 61 zmarło. Dostępne statystyki nie zawierają danych odnoszących się do zatrucia tlenkiem węgla kobiet będących w ciąży. Odwracalne połączenia tlenku węgla z hemoglobina, mioglobina, cytochromami a i a3, oksydazą cytochromu P450 i innymi enzymami prowadzi do hipoksji komórki i ewentualnie jej śmierci. Gaz ten może również powodować peroksydację lipidów oraz zmiany zapalne w ośrodkowym układzie nerwowym. Ciężkie zatrucie tlenkiem węgla skutkuje demielinizacją substancji białej, obrzękiem i martwicą m.in. gałki błędej. Tlenek węgla może bezpośrednio uszkadzać mięsień serca. Działanie to jest niezależne od hipoksji.

Objawy zatrucia są różne i zależą od czasu trwania ekspozycji i jej nasilenia. Stopień zatrucia tlenkiem węgla określany jest na podstawie stężenia karboksyhemoglobiny (COHb) i objawów klinicznych. Zatrucie lekkie oznacza brak objawów klinicznych i stężenie COHb od 12–25%. Zatrucie średniego stopnia obejmuje stężenia COHb w zakresie 12–25% i występowanie osłabienia, zawrotów i bóli głowy oraz nudności. Poziom COHb powyżej 25% z utratą przytomności, objawami obrzęku mózgu i zaburzeniami kardiologicznymi określa się jako zatrucie ciężkie [2,3].

Celem pracy było przedstawienie przypadku zatrucia kobiety ciężarnej tlenkiem węgla i zastosowanego postępowania oraz

Carbon monoxide poisoning is one of the most frequent types of poisoning caused by gases. Exposure of a pregnant woman to carbon monoxide is connected with transmission of this gas to her fetus what may cause oxygen deficiency, and further, the damage to its organs. The article describes a case of carbon monoxide poisoning of a 28-weeks pregnant woman who was treated in a hyperbaric chamber. Therapy was successful and the woman gave birth to a healthy, full term infant. In case of poisoning to a pregnant woman the above seems to be the most advantageous solution.

przeгляд dostępnego piśmiennictwa dotyczącego tego problemu.

#### Opis przypadku

32-letnia pacjentka w 28 tygodniu pierwszej ciąży uległa ekspozycji na tlenek węgla w swoim mieszkaniu, z powodu niesprawnego działania gazowego pieca łazienkowego. Doszło do wystąpienia znacznego osłabienia, bóli i zawrotów głowy oraz przedwczesnej nieregularnej czynności skurczowej mięśnia macicy. Wezwany przez rodzinę zespół ratowniczy, po zabezpieczeniu podstawowych czynności życiowych, przetransportował ciężarną do Szpitalnego Oddziału Ratunkowego Szpitala Uniwersyteckiego (SU) w Krakowie. Na miejscu ustalono, iż pacjentka pozostaje w logicznym kontakcie słownym i jest wydolna krążeniowo i oddechow. Nadal utrzymywały się wymienione wyżej dolegliwości. Poziom hemoglobiny tlenkowej w pierwszym badaniu wyniósł 17%. W zapisie EKG stwierdzono niepełny blok prawej odnogi pęczka Hisa. Pacjentka od momentu podjęcia akcji przez zespół ratownictwa medycznego była biernie wentylowana 100% tlenem o przepływie 12l/min. W ramach oddziału ratunkowego została zbadana przez specjalistę położnika- ginekologa. W badaniu fizykalnym stwierdzono: jamie macicy płód jeden, żywy w położeniu podłużnym główkowym, napięcie spoczynkowe mięśnia macicy prawidłowe, brak czynności skurczowej mięśnia macicy, część pochwoła sformowana, ujście zewnętrzne zamknięte, pęcherz płodowy zachowany, brak krwawienia z dróg rodnych. W badaniu ultrasonograficznym przepływy w tętnicy pępowinowej (UMBA) oraz środkowej móżdżku (MCA) prawidłowe. Po stwierdzeniu dobrostanu u płodu szczegółowo omówiono i przedstawiono pacjentce dwa możliwe do wdrożenia u niej sposoby postępowania:

bierną tlenoterapię z użyciem 100 % tlenu i ciągłym zapisem kardiologicznym (KTG) lub pobyt w komorze hiperbarycznej bez możliwości monitorowania pracy serca płodu i czynności skurczowej mięśnia macicy (KTG). Kardiologografy domagają się w SU w Krakowie nie posiadają homologacji do pracy pod zwiększonym ciśnieniem atmosferycznym. Zastosowanie leczenia w komorze hiperbarycznej pozwala na szybszą eliminację tlenu węgla z organizmu w stosunku do biernej tlenoterapii. Pacjentka wybrała leczenie w komorze hiperbarycznej. Terapię przeprowadzono w komorze marki Sechrist w 100% tlenie pod ciśnieniem 2,4 ATA. Pobyt w komorze trwał 65 minut. Zabieg pacjentki zniosła dobrze. Po tej procedurze kobietę ciężarną hospitalizowano w Klinice Położnictwa i Perinatologii Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. Przy przyjęciu wykonano ponowne badanie przedmiotowe pacjentki, zapis KTG, USG wraz z oceną przepływów w UMBa i MCA. Nie stwierdzono odchyłań od normy. Do czasu uzyskania prawidłowego poziomu hemoglobiny tlenkowej u matki tj. przez 12 godzin stosowano bierną tlenoterapię. Dodatkowo zastosowano doustną tokiolizę Nitrendypiną w dawce 2 x 10 mg/dobę oraz profilaktycznie podano betametazon w dawce 2 x 12 mg w celu stymulacji dojrzewania układu oddechowego u płodu. Wdrożono intensywny nadzór położniczy z trzykrotnie w ciągu doby wykonywanymi zapisami kardiologicznymi. Po trzech dniach wypisano ciężarną z Kliniki w stanie ogólnym dobrym z ciążą żywą utrzymaną i z zaleceniem kontynuowania doustnej tokiolizy Nitryndepiną 2 x 10 mg/dobę oraz okresowej kontroli w Poradni Patologii Ciąży. Podczas jednej z wizyt kontrolnych stwierdzono zakażenie dróg moczowych wywołane przez *Enterococcus faecalis*, które wyleczono za pomocą celowanej antybiotykoterapii. Pacjentka urodziła drogami i siłami natury w 4 dniu 39 tygodnia ciąży. W badaniach laboratoryjnych przed porodem jedną stwierdzoną nieprawidłowością był nieznacznie podwyższony poziom białka c-reaktywnego (11,1 mg/l, norma < 10,0 mg/l). Noworodek płci żeńskiej urodził się w stanie dobrym i został oceniony w skali Apgar na 10 punktów. Parametry dziecka po urodzeniu: długość ciała: 53 cm, obwód głowy: 33 cm, obwód klatki piersiowej: 32 cm, masa ciała: 2960 g. W wykonanych badaniach biochemicznych stwierdzono nieznacznie podwyższone wskaźniki stanu zapalnego, które stopniowo uległy obniżeniu (prokalcytonina -10,89; 6,92; 0,79 ng/ml oraz CRP- 24,1; 32,2; 29,9; 13,6 mg/l). Wykluczono infekcję wrodzoną u płodu. Badanie przesiewowe słuchu: wynik prawidłowy. Przesiewowe badanie pulsoksymetryczne: 96%- wynik prawidłowy. W badaniu ultrasonograficznym przedciężarnym stwierdzono torbiel o średnicy 52 mm w płacie naczyńkowej lewej komory bocznej. W trakcie pobytu dziecko hospitalizowano w systemie „rooming in”, karmiono piersią na żądanie. Dziecko wypisano do domu w 5 dobie życia z masą ciała 2960 g, w stanie ogólnym dobrym, z zaleceniami kontrolnego badania ultrasonograficznego mózgu oraz kontroli neurologicznej.

## Dyskusja

Opisy przypadków zatrucia tlenkiem węgla u kobiet ciężarnych nie są częste. W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono żadnej pracy opublikowanej w języku polskim. Pierwszymi, którzy przedstawili przypadki zatrucia tlenkiem węgla u ciężarnych byli *Breslau* i *Freund* [4,5]. Zatrucie kobiety ciężarnej tlenkiem węgla stanowi szczególny problem ponieważ poza wpływem na zdrowie matki może on oddziaływać negatywnie na przebieg ciąży i rozwój płodu. Tlenek węgla przechodzi przez łożysko na zasadzie biernej dyfuzji oraz transportu ułatwionego, a szybkość dyfuzji zwiększa się proporcjonalnie do wieku płodowego i masy płodu [6-8]. Zwiększenie stężenia matczyngo COHb prowadzi do przekazywania CO do płodu jak i powoduje drastyczny spadek transportu dopłodowego tlenu [9]. Stężenie COHb u płodu jest 10 do 15% większe niż u matki, a sama eliminacja trwa dłużej [10,11]. Maksymalne stężenie COHb u płodu występuje po 4 godzinach od momentu ekspozycji [11]. Teratogenne działanie tlenu azotu nie jest jednoznacznie potwierdzone. *Norman* i wsp. po dokonaniu przeglądu piśmiennictwa stwierdzili, że ryzyko wystąpienia wad jest większe jeżeli zatrucie tlenkiem azotu miało miejsce we wczesnej ciąży [12]. Najczęściej są to wady szkieletu i kończyn, ale pisano również o przypadku wystąpienia wady pęcherza moczowego u płodu [13].

Przeprowadzono kilka badań na zwierzętach których celem była ocena wpływu zatrucia tlenkiem węgla na płód [14-18]. Ich wyniki różnią się w zależności od gatunku zwierząt które poddano badaniu. Wyniki ostatnio opublikowanych badań wyraźnie pokazały, że ekspozycja na CO do poziomu równego 300 ppm w ciąży nie wpływa na wzrost i rozwój u myszy [19].

Ekspozycja na ten gaz wiąże się z istotnym ryzykiem wystąpienia śmierci i powikłań u płodu. Mózg płodu jest prawdopodobnie najbardziej narażony na uszkodzenie w późnej ciąży. Zmiany psychomotoryczne i rozwojowe mogą wystąpić po ekspozycji na każdym etapie ciąży i są podobne do tych, jakie obserwuje się przy niedotlenieniu [20]. Śmierć matki spowodowana zatruciem tlenkiem węgla najczęściej prowadzi do śmierci płodu. Wysokie prawdopodobieństwo zgonu wewnątrzmacicznego istnieje także w przypadku wystąpienia śpiączki u kobiety ciężarnej. Ryzyko zgonu płodu występuje również w przypadkach braku lub nieznacznie nasilonych objawów zatrucia tlenkiem węgla u matki [7,8,11,21]. Ryzyko uszkodzeń i ich ciężkość zależy od stopnia i czasu trwania niedotlenienia. *Vezzani* i wsp. na podstawie obserwacji 35 ciężarnych z ostrym zatruciem tlenkiem węgla ustalili, że utrata przytomności przez ciężarną i wysoki stopień zatrucia nie są jedynymi czynnikami ryzyka związanymi z występowaniem zaburzeń funkcji mózgu u płodów. W opisanej grupie takie powikłania wystąpiły również gdy stopień zatrucia oceniono jako średni co świadczy o tym, że bardzo trudno jest określić rokowanie dla płodu w tej populacji ciężarnych [22]. Poziom karkobshemoglobiny u matki nie jest dobrym wskaźnikiem służącym do oceny stopnia zatrucia u płodu. Nie odzwierciedla w sposób specyficzny

poziomu tlenu węgla w hemoglobinie płodowej i tkankach płodu. Służy natomiast do potwierdzenia ekspozycji na tlenek węgla. *Koren* i wsp. posłużyli się pięciostopniową skalą ciężkości zatrucia tlenkiem węgla i stwierdzili, że w stopniu 1-2 rokowanie dla płodu jest dobre, natomiast w stopniu 4 i 5 ryzyko śmierci i powikłań u płodu jest bardzo wysokie [23]. *Towers* i *Corcoran* opisali 3 przypadki zatrucia tlenkiem węgla u kobiet w trzecim trymestrze ciąży. W przeprowadzonym po ekspozycji badaniu kardiologicznym wystąpiły oznaki niedotlenienia płodu w postaci tachykardii i zawężenia oscylacji. Po wdrożeniu terapii tlenem, w czasie 45-90 minut uzyskiwano zwolnienie częstości pracy serca płodu oraz pojawienie się akceleracji [24]. Największe opublikowane do tej pory badanie obejmujące populację kobiet ciężarnych po zatruciu tlenkiem węgla pochodzi z Francji i obejmuje okres od 1983 do 2008 roku. U 232 dzieci, które były narażone na ekspozycję CO w łonie matki nie stwierdzono odchyłań od normy w stosunku do pozostałej populacji pod względem masy ciała, wzrostu i rozwoju psychoruchowego w 6-cio letnim okresie obserwacji [25]. Do chwili obecnej nie opracowano polskich wytycznych dotyczących postępowania z kobietą ciężarną po zatruciu tlenkiem węgla. Leczenie takich przypadkach opiera się na schematach stosowanych dla pacjentów nie będących w ciąży.

Klasyczną terapię zatrucia CO rozpoczyna się jak najszybciej, już na miejscu zdarzenia, używając 100% tlenu normobarycznego o najwyższym możliwym przepływie i kontynuuje tak długo, aż COHb spadnie poniżej 5%. Leczenie terapią hiperbaryczną (HBO) wskazane jest u kobiet ciężarnych przy COHb>25% lub COHb>15% i utrzymujących się zaburzeniach neurologicznych i kardiologicznych lub z kwasicy metaboliczną pomimo leczenia normobarycznego [2]. Terapia HBO powoduje przyspieszone usuwanie CO z połączenia z Hb i łańcucha oddechowego w mitochondriach, jak również zwiększa stężenie tlenu rozpuszczonego w osoczu. Standardowo okres półtrwania COHb wynosi od 4 do 5h, a przy terapii HBO zmniejsza się do 20 min. Kwestia bezpieczeństwa płodu po takiej terapii jest cały czas dyskutowana i wymaga wyjaśnienia w badaniach naukowych. W pojedynczych doniesieniach zaobserwowano wzrost ryzyka wystąpienia poronienia lub uszkodzenia płodu [26,27]. W badaniach na zwierzętach przedłużona ekspozycja na HBO powodowała poronienia i działała teratogennie [28]. Wyniki dwóch dużych badań wskazują na duże bezpieczeństwo stosowania terapii hiperbarycznej u kobiet ciężarnych po zatruciu tlenkiem węgla. W badaniach *Mathieu-Nolf* i wsp. opisali 501 przypadków zatrucia tlenkiem węgla. Zgon kobiet ciężarnych wystąpił w dwóch przypadkach (0,2%) i nie było istotnej statystycznej różnicy w tym względzie w porównaniu z populacją kobiet nie ciężarnych. W 14 przypadkach (3,3%) ciąża zakończyła się poronieniem, a wady wrodzone stwierdzono u 11 dzieci (2,5%) i również w tym względzie nie było istotnych statystycznych różnic w porównaniu z populacją kobiet z ciążą prawidłową. 476 ciąż (95%) zakończyły się urodzeniem

zdrowych dzieci [29]. *Wattel* i wsp. w swoim opracowaniu podają, że w każdym przypadku narażenia kobiety ciężarnej na zatrucie tlenkiem węgla w okresie trzech tygodni od ekspozycji, należy wykonać badania obrazowe płodu ze szczegółową oceną ośrodkowego układu nerwowego [30]. Ci sami autorzy przedstawiają także własne zalecenia co do sposobu monitorowania płodów i noworodków matek, które uległy zatruciu tlenkiem węgla. Zgodnie z nimi zaraz po zatruciu tlenkiem węgla należy wykonać badanie ultrasonograficzne i jeżeli wynik jest prawidłowy prowadzić dalej ciążę w sposób rutynowy. Decyzja o wykonaniu badań specjalistycznych należy do lekarza pediatrii po porodzie. Jeżeli nie obserwuje się nieprawidłowości w rozwoju dziecka to brak jest wskazań do wykonywania badania ultrasonograficznego i rezonansu magnetycznego mózgu [30].

### Wnioski

Zatrucie tlenkiem węgla w czasie trwania ciąży wiąże się z ryzykiem wystąpienia wad i uszkodzeń płodu. Może prowadzić to do utraty ciąży oraz wystąpienia nieprawidłowości w budowie anatomicznej oraz do zaburzeń czynnościowych głównie w obrębie centralnego systemu nerwowego. Terapia hiperbaryczna wydaje się być postępowaniem z wyboru u kobiet ciężarnych po zatruciu tlenkiem węgla. Protokoły postępowania po zatruciu CO stosowane u ludzi są dobrze tolerowane przez płód.

### Piśmiennictwo:

- Krzyżanowski M, Seroka W, Skotak K, Wojtyński B:** Zgony i hospitalizacje z powodu zatrucia tlenkiem węgla w Polsce. *BiTP* 2014; 33: 75-82.
- 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: 463-465.
- Sieroń A, Cieślak G:** Zarys medycyny hiperbarycznej. Alfa-medica Press, 2007.
- Breslau F:** Intoxication zweier Schwangeren mit Halbleuchtgas Tod und vorzeitige Geburt eines Kindes. *Mschr Geburt Frauenkr.* 1859; 13: 449-456.
- Freund MB:** Accidental death of the 7 month foetus as a result of slight intoxication of the mother with carbonmonoxide gas. *Mschr Geburt Frauenkr.* 1859; 14: 31-33.
- Ginsberg MD, Myers RE:** Fetal brain damage following maternal carbon monoxide intoxication: an experimental study. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1974; 53: 309-317.
- Cramer CR:** Fetal death due to accidental maternal carbon monoxide poisoning. *J Toxicol Clin Toxicol.* 1982; 19: 297-301.
- Caravati EM, Adams CJ, Joyce SM, Schafer NC:** Fetal toxicity associated with maternal carbon monoxide poisoning. *Ann Emerg Med.* 1988; 17: 714-717.
- Christensen P, Gronlund J, Carter AM:** Placental gas exchange in the guinea pig: fetal blood gas tensions following the maternal oxygen capacity with carbon monoxide. *J Dev Physiol.* 1986; 8: 1-9.
- Aubard Y, Magne I:** Carbon monoxide poisoning in pregnancy. *BJOG* 2000; 107(7): 833-838.
- Longo LD:** The biological effects of carbon monoxide on the pregnant woman, fetus and newborn infant. *Am J Obstet Gynecol.* 1977; 129: 69-103.
- Norman CA, Halton DM:** Is carbon monoxide a workplace teratogen? A review and evaluation of the literature. *Ann Occup Hyg.* 1990; 4: 335-347.
- Delomenie M, Schneider F, Beaudet J, Gabriel R, Bednarek N, Graesslin O:** Carbon monoxide poisoning during pregnancy: presentation of a rare severe case with fetal bladder complications. *Case Rep Obstet Gynecol.* 2015; published online doi: 10.1155/2015/687975.
- Tachi N, Aoyama M:** Effect of cigarette smoke and carbon monoxide inhalation by gravid rats on the conceptus weight. *Bull Environ Contam Toxicol.* 1983; 31: 85-92.
- Tachi N, Aoyama M:** Effect of restricted food supply to pregnant rats inhaling carbon monoxide on fetal weight, compared with cigarette smoke exposure. *Bull Environ Contam Toxicol.* 1986; 37: 877-882.
- Astrup P, Olsen HM, Trolle D, Kjeldsen K:** Effect of moderate carbonmonoxide exposure on fetal development. *Lancet* 1972; 2: 1220-1222.
- Schwetz BA, Smith FA, Leong BK, Staples RE:** Teratogenic potential of inhaled carbon monoxide in mice and rabbits. *Teratology* 1979; 19: 385-392.
- Singh J, Scott LH:** Threshold for carbon monoxide induced fetotoxicity. *Teratology* 1984; 30: 253-257.
- Venditti C, Casselman R, Smith GN:** Effects of chronic carbon monoxide exposure on fetal growth and development in mice. *BMC Pregnancy and Childbirth* 2011; 11: 101.
- Okeda R, Matsuo T, Kuroiwa T, Tajima T, Takahashi H:** Experimental study on pathogenesis of the fetal brain damage by acute carbon monoxide intoxication of the pregnant mother. *Acta Neuropathol.* 1986; 69: 244-252.
- Muller GL, Graham S:** Intrauterine death of the foetus dueto accidental carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med.* 1955; 25: 1075-1078.
- Vezzani G, Pizzola A, Cantadori L, Mordacci A, Nicoloupolou D. et al:** Hyperbaric Treatment in the Pregnant Patient with Acute Carbon Monoxide Intoxication: Outcome and Followup Neonatal and Pediatric. *Medicina Subacquea e Iperbarica* 2007; 2: 61.
- Koren G, Sharav T, Pastuszak A, Garrettson LK, Hill K. et al:** A multicenter prospective study of fetal outcome following accidental carbon monoxide poisoning in pregnancy. *Reprod Toxicol.* 1991; 5: 397-403.
- Towers CV, Corcoran VA:** Influence of carbon monoxide poisoning on the fetal heart monitor tracing: a report of 3 cases. *J Reprod Med.* 2009; 54: 184-188.
- Bothuyne-Queste E, Joriot S, Mathieu D, Mathieu-Nolf M, Favory R. et al:** Ten practical issues concerning acute poisoning with carbon monoxide in pregnant women. *J Gynecol Obstet Biol Reprod. (Paris)* 2014; 43: 281-297.
- Grote W, Wagner WD:** Malfomations in rabbit embryos after hyperbaric oxygenation. *Klin Wochenschr.* 1973; 51: 248-250.
- Hollander DI, Nagey DA, Welch R, Pupkin M:** Hyperbaric oxygen therapy for the treatment of acute carbon monoxide poisoning in pregnancy. A case report. *J Reprod Med.* 1987; 32: 615-617.
- Miller PD, Telford IR, Haas GR:** Effect of hyperbaric oxygen on cardiogenesis in the rat. *Biol Neonate* 197; 17: 44-52.
- Mathieu-Nolf M, Mathieu D, Durak C:** Acute carbon monoxide poisoning during pregnancy, maternal and fetal outcome. In *Proceedings of European Underwater Baromedical Society on Diving and hyperbaric. Medicine* 2007; 209.
- Wattel F, Mathieu D, Mathieu-Nolf M:** A 25-year study (1983-2008) of children's health outcomes after hyperbaric oxygen therapy for carbon monoxide poisoning in utero. *Bull Acad Nat Med.* 2013; 197: 677-694.