

# ZATRUCIE TLENKIEM WĘGLA W CIĄŻY – POSTĘPOWANIE Z NOWORODKIEM PO URODZENIU

## CARBON MONOXIDE POISONING IN PREGNANCY – MANAGEMENT OF THE NEWBORN AFTER BIRTH

Izabela Cendal<sup>1</sup>, Agnieszka Szafrąńska<sup>1</sup>, Monika Lachowska<sup>1</sup>, Dorota Paluszyńska<sup>1</sup>, Barbara Królak-Olejnik<sup>1</sup>

### STRESZCZENIE

Ostre zatrucie tlenkiem węgla (CO) podczas ciąży nie występuje często, ale nierozpoznanie zatrucia CO u matki może mieć dramatyczny wpływ na płód. Tlenek węgla jest bezbarwnym, pozbawionym smaku i zapachu gazem, który wiąże się z hemoglobina (Hb) we krwi, z powinowactwem 250-krotnie większym niż tlen, tworząc karboksyhemoglobinę (COHb). Ekspozycja na tlenek węgla to duże ryzyko przede wszystkim dla kobiet w ciąży, CO rozpuszcza się we krwi matki i przenika przez łożysko na drodze dyfuzji biernej, łącząc się z większym powinowactwem z Hb płodową, a tym samym zwiększa podatność płodu na zatrucie i jego skutki. Aktualnym standardem postępowania w zatruciach CO jest zastosowanie terapii 100% normobarycznym tlenem (NBO) lub tlenem hiperbarycznym (HBO).

W artykule opisano pacjenta urodzonego metodą cesarskiego cięcia w trybie nagłym, po ukończeniu 41 tygodnia ciąży, z powodu zatrucia tlenkiem węgla u matki oraz zagrażającej zamartwicy wewnątrzmacicznej płodu. Matka z całą rodziną doznała ekspozycji na tlenek węgla, a ze względu na zaawansowaną ciążę została ze szpitala rejonowego skierowana na leczenie HBO. Noworodek urodzony w stanie dobrym z poziomem COHb w tętnicy pępowinowej 10,6%. Zastosowano wentylację w trybie CPAP 100% tlenem, uzyskując w kolejnych godzinach istotny spadek COHb. Wykonane badania laboratoryjne i obrazowe nie wykazywały nieprawidłowości, dziecko z matką w stanie dobrym zostali wypisani do domu, po siedmiu dniach hospitalizacji.

Nie zastosowano HBO zarówno u matki, jak i u noworodka, NBO było skuteczną metodą leczenia zatrucia ze stężeniem COHb ~10% u dziecka.

**SŁOWA KLUCZOWE:** noworodek, zatrucie tlenkiem węgla w ciąży, prenatalne zatrucie tlenkiem węgla, karboksyhemoglobina

### ABSTRACT

Acute carbon monoxide (CO) poisoning during pregnancy is not common, but failure to recognize CO poisoning in the mother can have a dramatic effect on the fetus. Carbon monoxide is a colorless, tasteless and odorless gas that binds to hemoglobin (Hb) in the blood with an affinity 250 times greater than that of oxygen, forming carboxyhemoglobin (COHb). Exposure to carbon monoxide is a major risk, especially for pregnant women, CO dissolves in the mother's blood and crosses the placenta by passive diffusion, combining with greater affinity with fetal Hb and thus increasing the vulnerability of the fetus to poisoning and its consequences. The current standard of care for CO poisoning is the use of 100% normobaric oxygen (NBO) or hyperbaric oxygen (HBO) therapy. This article describes a patient born by emergency cesarean section after completing 41 weeks of gestation due to maternal carbon monoxide poisoning and life-threatening fetal intrauterine asphyxia. The mother and her whole family had been exposed to carbon monoxide, and due to her advanced pregnancy she was referred from the district hospital for HBO treatment. The newborn was born in good condition with an umbilical artery COHb level of 10.6%. CPAP ventilation with 100% oxygen was applied, achieving a significant decrease in COHb in the following hours. Laboratory and imaging studies performed showed no abnormalities, the child and mother were discharged home in good condition after 7 days of hospitalization.

Neither maternal nor neonatal HBO was used, NBO was an effective treatment for poisoning with a COHb concentration of ~10% in the child.

**KEY WORDS:** newborn, perinatal carbon monoxide poisoning, carbon monoxide poisoning in pregnancy, carboxyhemoglobin

### WSTĘP

W Polsce każdego roku, umiera około 100 osób z powodu zatrucia tlenkiem węgla, a kilka razy więcej ulega zatruciu wymagającym hospitalizacji. Przeważająca większość wypadków śmiertelnych zdarza się między 1 listopada a 31 marca, a więc w chłodnej porze roku. Dostępne statystyki nie zawierają

danych dotyczących zatrucia tlenkiem węgla kobiet ciężarnych ani noworodków.

Tlenek węgla (CO) jest bezbarwnym, pozbawionym smaku i zapachu gazem. Powszechnymi źródłami są ogień, spaliny silnikowe, wadliwe piece grzewcze i gazowe ogrzewacze wody. CO wiąże się z hemoglobina (Hb) we krwi z powinowactwem 250-krotnie większym niż tlen, tworząc karboksyhemoglobinę

<sup>1</sup> Katedra i Klinika Neonatologii UM, Uniwersytecki Szpital Kliniczny we Wrocławiu

Adres do korespondencji: Izabela Cendal, Katedra i Klinika Neonatologii UM we Wrocławiu, Uniwersytecki Szpital Kliniczny, ul. Borowska 213, 50-556 Wrocław, tel. 71 733 1 5 00, e-mail: izabela.cendal@wp.pl

(COHb). Stężenie COHb we krwi wynoszące 5% lub więcej u osób niepalących i 10% lub więcej u palaczy są uważane za nieprawidłowe i mogą wywoływać objawy zatrucia. Będą one różne, bo zależą od czasu trwania ekspozycji i jej nasilenia. Mogą wystąpić bóle i zawroty głowy, zmęczenie, nudności/wymioty, zaburzenia myślenia, ból w klatce piersiowej, duszność i utrata przytomności. Odwracalne połączenia tlenu węgla z hemoglobina prowadzi do hipoksji komórki, a nawet jej śmierci. Ciężkie zatrucie tlenkiem węgla powoduje demielinizację substancji białej mózgu. Może dojść również do bezpośredniego uszkodzenia mięśnia serca [1-3]. Szczególnie niebezpieczne mogą być zatrucia CO w trakcie ciąży. Zatrucie kobiety ciężarnej tlenkiem węgla stanowi szczególny problem, ponieważ poza wpływem na zdrowie matki może on oddziaływać negatywnie na przebieg ciąży, rozwój płodu i stan noworodka po urodzeniu. CO rozpuszcza się we krwi matki i przenika przez łożysko na drodze dyfuzji biernej, łącząc się z Hb płodu. Stężenie COHb jest o 10-15% wyższe u płodu niż u matki, gdyż Hb płodowa ma nawet trzykrotnie większe powinowactwo do CO niż hemoglobina osób dorosłych. Ponadto czas półtrwania COHb płodu jest ponad 3-krotnie dłuższy niż COHb dorosłej ciężarnej kobiety. Skutki zatrucia CO płodu obejmują wady rozwojowe kończyn, małogłowie, hipotonię, drgawki, arefleksję oraz upośledzenie umysłowe i ruchowe, a także zgon wewnątrzmaciczny, a we wczesnym okresie ciąży również poronienie [4-7].

Stężenie COHb < 5% u osób dorosłych niepalących uznaje się za prawidłowe, natomiast < 10% u osób palących. Stężenie COHb u niepalących kobiet w ciąży powinno mieścić się w przedziale 0,4-2,6% [6, 8].

Aktualnym standardem postępowania w zatruciach CO jest zastosowanie terapii 100% normobarycznym tlenem (NBO) lub tlenem hiperbarycznym (HBO). W badaniach naukowych udowodniono, że NBO skraca czas półtrwania COHb u osób dorosłych do 72 minut, zaś HBO do 20-42 minut. Leczenie z zastosowaniem HBO powinno być rozważone w przypadkach ostrego zatrucia CO występującego z utratą przytomności, zmianami nieodkrywanymi serca, zaburzeniami neurologicznymi, znaczną kwasicy metaboliczną lub stężeniem COHb większym niż 25% [1-4]. Eleftheriou i wsp. zalecają, aby kobiety w ciąży, u których doszło do zatrucia CO, natychmiast leczyć 100% tlenem (12-15 l/min) przez ciasno dopasowaną maskę twarzową, a następnie kontynuować terapię w komorze hiperbarycznej. Leczenie HBO należy wdrożyć, jeśli pacjent wykazuje łagodne, umiarkowane lub ciężkie objawy toksyczności CO, lub matczyne stężenie COHb jest wyższe niż 5% u niepalących i 10% u palaczy, nawet jeżeli nie występują żadne objawy i nie ma oznak zaburzeń dobrostanu płodu. Jeśli natomiast terapia HBO jest niedostępna lub istnieją szczególne przeciwwskazania, zaleca się, aby kobiety ciężarne były leczone 100% tlenu pięć razy dłużej niż osoby dorosłe nieciężarne, w celu zapewnienia odpowiedniej redukcji CO u płodu. Ocena położnicza powinna

być przeprowadzona na oddziale ratunkowym przed leczeniem HBO. Terapię HBO należy powtórzyć 6-12 godzin po pierwszym HBO, jeśli u płodu występują objawy intoksykacji. Konieczne jest również szczegółowe biofizyczne monitorowanie płodu z oceną ultrasonograficzną narządów, w tym układu krążenia 24-48 godzin po zatruciu CO i należy je powtórzyć po 15-30 dniach, jeżeli ciąża jest kontynuowana [6].

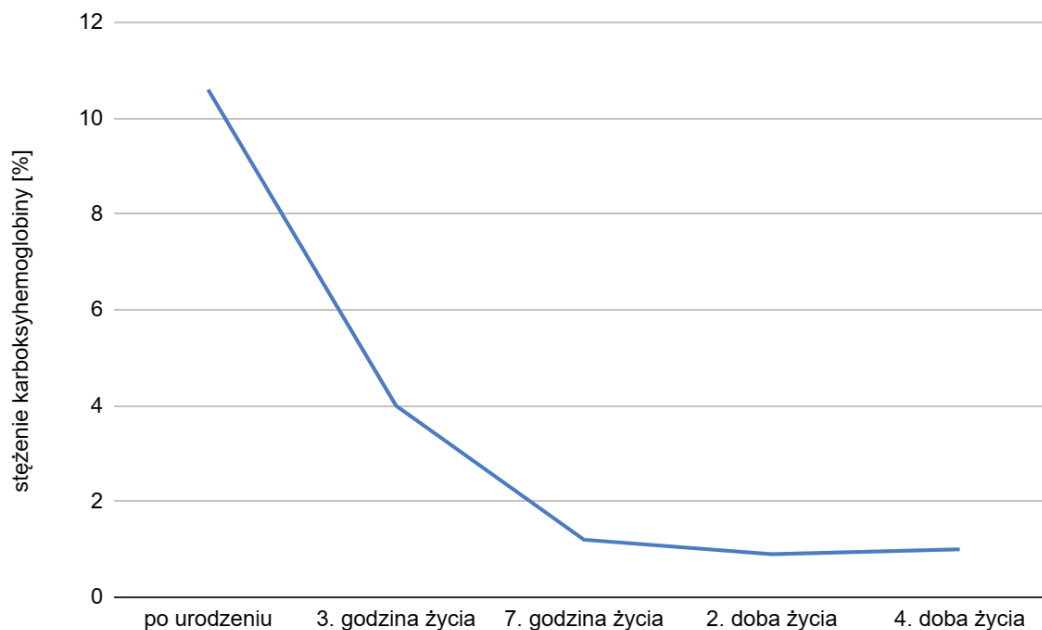
## OPIS PRZYPADKU

Noworodek płci żeńskiej z ciąży III, porodu II urodził się przez cesarskie cięcie w trybie nagłym w 41 i 1/7 tygodniu ciąży, z powodu zatrucia tlenkiem węgla u matki oraz zagrażającej zamartwicy wewnątrzmacicznej płodu z masą urodzeniową 3450 g (31. procentyl). Przebieg ciąży był powikłany wysoką (> 39°C) gorączką, o nieustalonej etiologii, leczoną Amoksylicyną w 30. tygodniu ciąży. Ponadto w 38. tygodniu ciąży wystąpiło mieszane zakażenie dróg rodnych leczone miejscowo.

Ciężarna uległa ekspozycji na tlenek węgla w swoim mieszkaniu, podobnie jak pozostali członkowie rodziny. Doszło do wystąpienia osłabienia, bólu i zawrotów głowy. Po przewiezieniu do szpitala rejonowego w pierwszym oznaczeniu stężenie COHb u ciężarnej wynosiło 26,5%. W celu zastosowania terapii HBO zespół ratunkowy Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu przetransportował pacjentkę do ośrodka o wyższym stopniu referencyjności. W szpitalnym oddziale ratunkowym matka pozostawała w stanie dobrym, zaś oznaczona wartość COHb wynosiła 5%, wobec czego odstąpiono od terapii w komorze hiperbarycznej. Natomiast ze względu na nieprawidłowy zapis KTG zdecydowano o wykonaniu cięcia cesarskiego w trybie pilnym (II Klinika Ginekologii i Położnictwa USK).

Noworodek urodził się w stanie dobrym, został oceniony na 9/10 punktów w skali Apgar, po pierwszej i piątej minucie życia. W badaniu fizykalnym poza sinicą obwodową nie stwierdzono nieprawidłowości. Stężenie COHb w tętnicy pępowinowej wynosiło 10,6%, zaś w żyłę pępowinowej 10,1%, z tego powodu od dziesiątej minuty życia zastosowano wentylację nieinwazyjną metodą CPAP przez maskę ze 100% tlenem, którą kontynuowano pod kontrolą gazometryczną. W pierwszej godzinie życia przejściowo obserwowano tachypnoe oraz stękanie wydechu. W kolejnym badaniu stężenie COHb wynosiło 4%, pozostałe parametry równowagi kwasowo-zasadowej, glikemia i jonogram pozostawały w normie. Monitorując czynności życiowe noworodka nie obserwowano zaburzeń rytmu serca, ani spadków saturacji. Kontrolowane ciśnienie tętnicze krwi w trakcie hospitalizacji pozostawało w granicach normy wiekowej. Od trzeciej godziny życia dziecko pozostawało na oddechu własnym, z tlenoterapią bierną FiO<sub>2</sub> 50%. W kolejnych godzinach stopniowo zmniejszono stężenie tlenu, pod kontrolą pulsoksymetryczną. W 7. godzinie życia stężenie

Ryc. 1. Stężenie karboksyhemoglobiny opisywanego pacjenta w kolejnych oznaczeniach.



COHb obniżyło się do 1,2%. W kolejnych dobach nie obserwowano wzrostu COHb (ryc. 1).

W badaniu ultrasonograficznym, wykonanym w drugiej dobie życia, układ komorowy nadnamiotowy mózgu był symetryczny, bez poszerzenia. Sploty naczyniaste prawidłowej echogeniczności i równych obrysach. W tkankach mózgowia nie opisywano zmian ogniskowych, a układ bruzd i zakrętów był prawidłowy. Ciało modzelowate o prawidłowej morfologii. Linia środkowa nieprzemieszczona. Mózdzek prawidłowy, a komora IV nieposzerzona. Przepływy w naczyniach mózgowych mieściły się w granicach normy wiekowej. W trakcie hospitalizacji wykonano również USG serca, w którym opisywano prawidłowe położenie serca, zgodne powiązania przedsionkowo-komorowe i komorowo-naczyniowe. Wielkość jam serca i funkcja skurczowa mięśnia sercowego w normie. W przegrodzie międzyprzedsionkowej stwierdzono przetrwały otwór owalny, z przeciekiem lewo-prawym szerokości ok. 4 mm. Naczynia sercowe o prawidłowej morfologii i funkcji, przepływy w normie wiekowej. Łuk aorty z prawidłowym przepływem w cieśni, przepływ w aorcie brzusznej pulsacyjny. W EKG - prawogram z miarowym rytmem zatokowym i prawidłową morfologią załamek. W wykonanych badaniach laboratoryjnych krwi (badania biochemiczne, enzymatyczne, morfologia, płytki i rozmaz krwi obwodowej) nie wykazano odchyżeń od normy wiekowej.

Po siedmiodniowej hospitalizacji i wykonaniu kontrolnego USG mózgowia w dniu wypisu, w którym obraz odpowiadał opisywanemu w drugiej dobie życia, pacjent i matka zostali wypisani do domu w stanie dobrym.

## TERAPIA HIPERBARYCZNA

Z uwagi na to, że zatrucie tlenkiem węgla w ciąży może prowadzić do zwiększonego ryzyka wystąpienia wad, a także uszkodzeń centralnego układu nerwowego u płodu, a nawet do utraty ciąży, zalecane jest zastosowanie terapii HBO, a następnie po kontroli obrazowej kontynuacja ciąży. Konieczne jest monitorowanie biofizyczne płodu zarówno w czasie HBO, jak i po terapii [5, 8].

Jednakże, leczenie w czasie ciąży może być kontrowersyjne przede wszystkim z uwagi na obawy dotyczące toksyczności tlenu pod wysokim ciśnieniem dla płodu. Niekorzystne skutki dla płodu wywołane HBO obejmują retinopatię wcześniacza, teratogenność i zaburzenia sercowo-naczyniowe, w szczególności przedwczesne zamknięcie przewodu tętniczego i zmiany w przepływie krwi przez łożysko [4].

Podobną sytuację kliniczną, w której ciężarna nie została poddana terapii HBO w ciąży opisywali Kreshak i wsp. Pacjentkę w 38 i 5/7 tygodniu ciąży, u której po 12 godzinach od pierwszych objawów ekspozycji na CO stężenie COHb wynosiło 7,4%, zakwalifikowano do cięcia cesarskiego, z powodu osłabienia ruchów płodu oraz spadków tętna. Noworodek został oceniony na 7/8 punktów w skali Apgar, a poziom COHb z tętnicy pępowinowej wynosił 11,9%. Stosowano HFNC z FiO<sub>2</sub> - 100% przez 2,5 godziny, uzyskując obniżenie stężenia COHb do 4,6%. Następnie zdecydowano o zastosowaniu terapii HBO u noworodka ze 100% tlenem, pod ciśnieniem 2.4 atmosfer przez 90 minut. Po zakończeniu terapii oceniono ponownie poziom COHb, który wynosił 1,4% [10].

Bar i wsp. opisali przypadek pacjentki, u której doszło do 10-godzinnej ekspozycji na CO w 39 tygodniu ciąży. Z uwagi na trwający 6 minut cykl bradykardii u płodu, ze spontanicznym powrotem prawidłowej akcji serca, po upływie sześciu godzin po ekspozycji na CO zdecydowano o wykonaniu cięcia cesarskiego, ze wskazań nagłych. Noworodek płci żeńskiej został oceniony na 4/9/10 punktów w skali Apgar odpowiednio po 1., 5. i 10. minucie życia. Poziom COHb siedem godzin po ekspozycji matki na CO wynosił u noworodka 22%. Włączono leczenie NBO z FiO<sub>2</sub> - 100%, które kontynuowano przez 12 godzin. Zrezygnowano z HBO ze względu na dobry stan noworodka oraz możliwość wystąpienia drgawek, a także problemy z zapewnieniem odpowiedniej termoprotekcji noworodka w komorze hiperbarycznej oraz prawdopodobnej konieczności sedacji i intubacji na czas terapii. Podkreślono jednak, że w przypadku gdy u noworodka występują objawy neurologiczne lub kardiologiczne, HBO należy zastosować tak szybko, jak to możliwe, pomimo potencjalnych skutków ubocznych [11].

Yildiz i wsp. opisali pacjentkę, która została przyjęta w 34. tygodniu ciąży ze względu na słabsze odczuwanie ruchów płodu. Tydzień wcześniej znaleziono ją półprzytomną w łazience z powodu ekspozycji na CO i przyjęto do szpitala stanowego. Podano pacjentce tlen przez maskę, poziom karboksyhemoglobiny wynosił 25%. Ciężarną wypisano po jednym dniu hospitalizacji. Cięcie cesarskie wykonano w trybie pilnym z powodu objawów dystocji płodowej. Noworodek urodził się w stanie ciężkim, wymagał resuscytacji i intensywnej terapii. W badaniach obrazowych wykazano ciężką encefalopatię niedotlenieniowo-niedokrwienną. Dziecko słabo odpowiadało na leczenie podtrzymujące, zmarło w 56. dobie życia z powodu zapalenia płuc, związanego z koniecznością stosowania mechanicznej wentylacji, następnie sepsy, rozsianego wykrzepiania wewnątrznaczyniowego i niewydolności wielonarządowej [12].

Greingor i wsp. opisali przypadek pacjentki w 21 tygodniu ciąży, która była narażona na CO, wytwarzany przez uszkodzony podgrzewacz wody. Nie straciła przytomności, a jej parametry życiowe były prawidłowe. Skarżyła się na zawroty głowy i uczucie kołatania serca. Zastosowano u kobiety terapię wysokoprzepływową 100% tlenem - 9 l/min przez maskę twarzową. W wydychanym powietrzu stężenie COHb wynosiło 24,6%. Następnie zastosowano HBO - 100% tlen pod ciśnieniem bezwzględnym 2,5 atmosfery przez 90 minut. Leczenie tlenem hiperbarycznym rozpoczęto 30 minut po zakończeniu ekspozycji. Badanie ultrasonograficzne potwierdziło obecność tętna płodu 140/min i prawidłowy profil biofizyczny. Pacjentka została wypisana w dobrym stanie zdrowia dzień po ekspozycji. Urodziła w terminie zdrowe dziecko płci męskiej ważące 3800 g [13].

Jak wykazaliśmy w przypadku naszego pacjenta, przy zatruciu tlenkiem węgla, gdy stężenie COHb wynosi około 10%, można odstąpić od zastosowania terapii HBO, stosując wysokie stężenia tlenu przez

maskę lub kaniule donosowe, uzyskując normalizację wartości COHb. Terapia wysokoprzepływowym NBO powinna zawsze być zastosowana w zatruciu tlenkiem węgla ciężarnych, jeśli nie ma wskazań medycznych do zakończenia ciąży. Stężenie COHb 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. Leczenie HBO wskazane jest u kobiet ciężarnych w trzecim trymestrze ciąży przy COHb > 25% lub COHb > 15% i utrzymujących się zaburzeniach neurologicznych, kardiologicznych lub z kwasicą metaboliczną, mimo leczenia NBO [13-14]. Terapia HBO przyspiesza usuwanie CO z połączenia z Hb i łańcucha oddechowego w mitochondriach, zwiększa również stężenie tlenu rozpuszczonego w osoczu. Z uwagi na brak jednoznacznych rekomendacji wynikających z małej liczby danych, w przypadku dobrego stanu ogólnego noworodka po urodzeniu można rozważyć terapię wyłącznie NBO. Należy jednak oceniać na bieżąco oraz w przyszłości stan neurologiczny, kardiologiczny, a także metaboliczny u dziecka [11].

## PODSUMOWANIE

Ekspozycja na tlenek węgla w ciąży jest poważnym stanem klinicznym, a niedotlenienie wewnątrzmaciczne niestety może spowodować obumarcie płodu lub poważne następstwa neurologiczne u dziecka. Częstość występowania ostrego zatrucia CO w czasie ciąży jest trudna do oszacowania. Dane francuskie wskazują, że 4,6% hospitalizowanych ofiar zatrucia CO stanowiły kobiety w ciąży, w USA odsetek ten wynosił nawet 8,5%, w Polsce zaś nie ma danych dotyczących ciężarnych i noworodków. Opiswane przypadki pacjentów poddanych we wczesnych dobach życia terapii HBO sugerują, że można ją uznać za jedną z metod leczenia zatrucia CO u noworodków. Jednak z uwagi na małą liczbę danych dotyczących HBO u dzieci do ukończenia trzeciego miesiąca życia, zwłaszcza odległe, uboczne skutki terapii, konieczne są dalsze badania kohortowe [8, 9].

W naszym przypadku - noworodka z COHb ok. 10% po urodzeniu - zastosowanie wysokich stężeń tlenu (FiO<sub>2</sub> 100%) pozwoliło na uzyskanie efektu leczniczego (obniżenie stężenia COHb). Terapia NBO może zatem być zastosowana w każdej sytuacji zatrucia tlenkiem węgla, oczywiście zawsze z koniecznością monitorowania COHb. Nie zawsze bowiem dysponujemy HBO w szpitalach. Warto natomiast pamiętać o możliwości stałego pobytu matki z dzieckiem i umożliwić hospitalizację noworodka w ośrodku hospitalizującym matkę.

## PIŚMIENNICTWO

1. Rose JJ, Wang L, Xu Q i wsp. Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195:596-606.

2. Gabrielli A, Layon AJ. Carbon monoxide intoxication during pregnancy: a case presentation and pathophysiologic discussion, with emphasis on molecular mechanisms. *J Clin Anesth.* 1995;7(1):82-7. doi: 10.1016/0952-8180(94)00017-x.
3. Rangel Cenzi J, Albuquerque C, Keutenedjian Mady CE. Phenomenological and Thermodynamic Model of Gas Exchanges in the Placenta during Pregnancy: A Case Study of Intoxication of Carbon Monoxide. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(21):4138. doi: 10.3390/ijerph16214138
4. Kosaki Y, Maeyama H, Nojima T i wsp. Carbon monoxide poisoning during pregnancy treated with hyperbaric oxygen. *Clin Case Rep* 2021;9(5):e04138. doi: 10.1002/ccr3.4138
5. Arslan A. Hyperbaric oxygen therapy in carbon monoxide poisoning in pregnancy: Maternal and fetal outcome. *Am J Emerg Med* 2021;43:41–45.
6. Eleftheriou G, Butera R, Lonati D i wsp. Open issues in management of carbon monoxide poisoning in pregnancy: practical suggestions. *J Obstet Gynaecol (Lahore)* 2022;42:2540–2541.
7. Giovannini N, Cetera GE, Signorelli V i wsp. Carbon monoxide (CO) and nitric dioxide (NO<sub>2</sub>) exposure during fetal life: impact on neonatal and placental weight, a prospective study. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2020;33:2137–2141.
8. Longo LD. Carbon monoxide in the pregnant mother and fetus and its exchange across the placenta. *Ann N Y Acad Sci* 1970;174:313–41.
9. Pietrus M, Paprota P, Radziszewska R i wsp. Zatrucie tlenkiem węgla u kobiety ciężarnej. [Carbon monoxide poisoning in pregnant woman]. *Przeegl Lek* 2015;72:482–484.
10. Kreshak AA, Lawrence SM, Ontiveros ST i wsp. Perinatal Carbon Monoxide Poisoning: Treatment of a 2-Hour-Old Neonate with Hyperbaric Oxygen. *Am J Perinatal Rep* 2022;12:e113116.
11. Bar R, Cohen M, Bentur Y i wsp. Pre-Labor exposure to carbon monoxide: Should the neonate be treated with hyperbaric oxygenation? *Clin Toxicol* 2007;45:579–581.
12. Yildiz H, Aldemir E, Altuncu E i wsp. A rare cause of perinatal asphyxia: maternal carbon monoxide poisoning. *Arch Gynecol Obstet.* 2010 Feb;281(2):251-4. doi: 10.1007/s00404-009-1139-4.
13. Greingor JL, Tosi JM, Ruhlmann S, Aussedat M. Acute carbon monoxide intoxication during pregnancy. One case report and review of the literature. *Emerg Med J.* 2001 Sep;18(5):399-401. doi: 10.1136/emj.18.5.399.
14. Aubard Y, Magne I. Carbon monoxide poisoning in pregnancy. *BJOG.* 2000 Jul;107(7):833-8. doi: 10.1111/j.1471-0528.2000.tb11078.x

*data przyjęcia pracy - 12.12.2023*

*data akceptacji - 02.01.2024*