

【 原 著 】

当施設における急性一酸化炭素中毒患者の治療法選択

藤田 基, 鶴田良介, 松山法道, 金田浩太郎
小田泰崇, 井上 健, 笠岡俊志, 前川剛志

山口大学医学部附属病院 先進救急医療センター

過去5年間の当センターにおける急性一酸化炭素(CO)中毒症23例について, 治療法の選択, 来院時の意識状態, 動脈血中COHb濃度, 乳酸値について検討した。原因は, 排気ガス12例, 火災8例, 練炭3例であった。全ての症例で, CO中毒以外に集中治療を必要とする病態を併発していない症例は8例のみであった。CO中毒以外に集中治療を必要とする併発症の内訳は, 気道熱傷7例, 薬物中毒3例, 来院時心肺停止3例, 出血性ショック2例であった。2002年11月以前には, 全例(11例)に通常圧酸素(NBO)治療が行なわれていた。2002年11月以降はJCS I-3未満で, COHb濃度が10%以上の症例に, 高気圧酸素(HBO)治療が行なわれた(2例)。その他の症例ではNBO治療が行なわれ(10例), その後4例にHBO治療が施行された。COHb濃度(中央値15% vs 26%), 乳酸値(中央値1.5 mmol/L vs 5.1 mmol/L)はJCS I-3以上の意識障害例で有意に高値であった($p<0.05$)。COHb濃度と乳酸値に有意な相関を認めた($r=0.557, p<0.05$)。第一種治療装置におけるHBO治療は, すべての重症例に用いることは困難であり, 個々の症例で適応を考慮する必要があると考えられた。

キーワード 高気圧酸素治療, 第一種治療装置, 一酸化炭素ヘモグロビン, 乳酸

A therapeutic approach for acute carbon monoxide poisoning

Motoki Fujita, Ryosuke Tsuruta, Norimichi Matsuyama, Kotaro Kaneda, Yasutaka Oda, Takeshi Inoue, Shunji Kasaoka, Tsuyoshi Maekawa.

Advanced Medical Emergency and Critical Care Center, Yamaguchi University Hospital, Ube, Japan

We retrospectively assessed therapeutic approaches for 23 patients with acute carbon monoxide (CO) poisoning at our emergency center. We obtained consciousness level, and measured carboxy-hemoglobin (COHb) level and lactate concentration on admission. Eleven patients out of them had been treated with normobaric oxygen (NBO) therapy before November 2002. Since then, only 2 patients with mild consciousness disturbance and over 10% of COHb level were treated with hyperbaric oxygen (HBO) therapy, and other 10 patients were treated with NBO therapy and 4 of them were added with HBO therapy. We found higher COHb level, lactate concentration in patients with consciousness disturbance. At the standpoint of view of using monoplace chamber, we should consider whether patients with CO poisoning are treated with HBO.

keywords hyperbaric oxygen therapy, monoplace chamber, carboxyhemoglobin, lactate.

Table 1 Clinical characteristics of carbon monoxide poisoning patients

性別	男性:14例 女性:9例
年齢	44±18歳(±SD)
原因	
排気ガス	12例
火災	8例
練炭	3例
併発症	
なし	8例
あり 起動熱傷	7例
薬物中毒	3例
CPA	3例
出血性ショック	2例
初期治療	
NBO 人工呼吸(F _I O ₂ 1.0)	17例
酸素吸入(マスクによる)	4例
HBO	2例

NBO : normobaric oxygen

HBO : hyperbaric oxygen

Table 2 Characteristics of CO poisoning patients before November 2002

年齢・性別	原因	併発症	意識レベル (JCS)	COHb (%)	乳酸値 (mmol/l)	備考
NBO (マスクによる100%酸素投与)						
Case 01 31 女	火災 事故	なし	0	5	0.7	
Case 02 35 女	排ガス 自殺	なし	0	27	1.7	
NBO (人工呼吸: F _I O ₂ 1.0)						
Case 01 59 男	火災 事故	気道熱傷	I-3	19	5.1	
Case 02 22 男	火災 事故	気道熱傷	II-10	29	10	
Case 03 44 女	火災 事故	気道熱傷	II-10	5	5.7	
Case 04 87 女	火災 事故	気道熱傷	II-30	53	5.7	
Case 05 27 男	火災 事故	気道熱傷	III-200	36	6.2	
Case 06 50 男	排ガス 自殺	なし	III-200	13	3.9	淡蒼球にLDA・間歇型(+)
Case 07 34 男	排ガス 自殺	なし	III-300	33	4.1	
Case 08 69 男	排ガス 事故	CPA	III-300	51	21	死亡
Case 09 38 男	排ガス 自殺	CPA	III-300	73	17	死亡

CPA: Cardiopulmonary arrest LDA: low density area

はじめに

急性一酸化炭素 (carbon monoxide, 以下CO) 中毒における高気圧酸素 (hyperbaric oxygen, 以下HBO) 治療の有効性については様々な議論がなされてきた。しかし, 1989年以降いくつかの多施設無作為研究で示されており, 現在多くの施設で施行されている^{1)~5)}。HBO治療装置には, 一人用の第一種治療装置 (以下, 第一種装置) と, 医療従事者も含めた複数名収容可能な大型の第二種治療装置 (以下, 第二種

装置)がある。安全協会の2005年の調査によれば, 我が国では第一種装置は約850台と多く設置されているが, より重症患者を治療可能な第二種装置は54台しか配備されておらず, 地域による偏りがみられる。当院の高度救命救急センターはHBO治療装置を有するが, 第一種装置であり重症患者の治療には様々な制約がある。そこで, 当センターにおける急性CO中毒患者に対するHBO治療を含めた治療の現状について紹介し, 急性CO中毒患者に対する第一種装置による治療

Table 3 characteristics of CO poisoning patients scine November 2002

	年齢・性別	原因	併発症	意識レベル (JCS)	COHb (%)	乳酸値 (mmol/l)	備考
HBO							
Case 01	44 男	排ガス 自殺	なし	0	17	0.8	
Case 02	58 男	排ガス 自殺	なし	I-2	23	2	
NBO (マスクによる100%酸素投与)							
Case 01	36 男	排ガス 自殺	薬物中毒	I-1	4	1.9	
Case 02	35 男	排ガス 自殺	薬物中毒	I-1	10	1.2	
NBO (人工呼吸: FiO ₂ 1.0)							
Case 01	15 女	練炭 自殺	なし	I-3	33	7.4	抜管後HBO
Case 02	56 男	排ガス 自殺	なし	I-3	26	4.6	抜管後HBO
Case 03	55 男	排ガス 自殺	薬物中毒	I-3	37	5.6	抜管後HBO・間歇型(+)
Case 04	36 男	排ガス 自殺	出血性ショック	II-10	20	16	抜管後HBO
Case 05	37 女	火災 事故	気道熱傷	II-10	2	3.4	
Case 06	37 男	練炭 自殺	出血性ショック	II-30	43	3.4	淡蒼球にLDA
Case 07	80 女	火災 事故	気道熱傷	III-100	26	6.7	
Case 08	30 女	練炭 自殺	CPA	III-300	76	22	死亡

LDA: low density area CPA: Cardiopulmonary arrest

の問題点について検討した。

対象と方法

2000年4月1日から2005年3月31日までに当センターに搬送された急性CO中毒症23例を対象とした。急性CO中毒に対するHBO治療の有効性が確認された2002年11月の前後で対象例を2群に分け、選択した初期治療法および集中治療を必要とする併発症の有無について調べた。

意識状態や乳酸値に影響を与える併発症を持つ症例を除いた13例で、来院時の意識状態をJCS (Japan Coma Scale) I-3未満の9例と、JCS I-3以上の7例の2群に分け、動脈血中一酸化炭素ヘモグロビン(以下COHb)濃度と乳酸値について検討した。この2群間の統計的比較検討はMann-Whitney U検定を用いて行い、動脈血中COHb濃度と乳酸値については相関を調べた。

結果

全症例の内訳をTable 1に示す。急性CO中毒の原因は、排気ガス12例、火災8例、練炭3例であった。すべての症例中でCO中毒以外に集中治療を必要とする

る病態を併発していない症例は8例のみであった。CO中毒以外に集中治療を必要とする併発症の内訳は、気道熱傷7例、薬物中毒3例、来院時心肺停止(cardiopulmonary arrest, 以下CPA)3例、出血性ショック2例であった。

2002年11月以前に搬送された11例の詳細をTable 2に示す。全例に常圧下酸素(normobaric oxygen, 以下NBO)治療が施行された。来院時にJCS I-3以上の意識障害例では、気管挿管後に人工呼吸器を用いたNBO治療が施行された(9例)。意識状態に異常のない症例には、マスクによるNBO治療が行われた(2例)。

2002年11月以降に搬送された12例の詳細をTable 3に示す。来院時にJCS I-3未満の意識障害例では、血中COHb濃度が10%以上の場合に、来院後直ちにHBO治療が施行されていた(2例)。COHb濃度が10%未満の症例ではマスクによるNBO治療が行われていた(2例)。来院時にJCS I-3以上の意識障害例では、気管挿管後に人工呼吸器を用いたNBO治療が施行されていた(8例)。そのうち、長期集中治療を必要とせず、意識障害が早期に改善した4例については、来院24時間以内に抜管が行なわれ、直ちにHBO

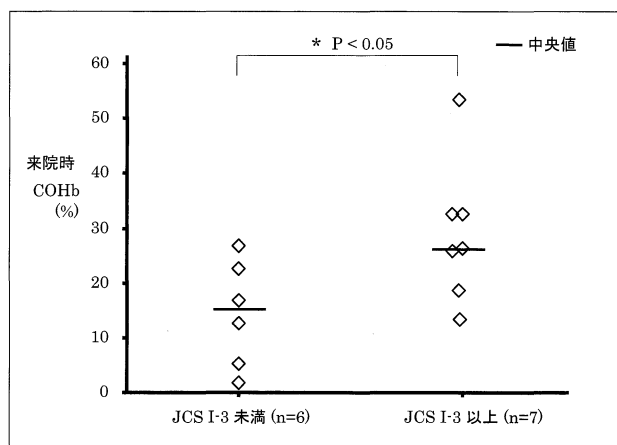


Fig. 1 Carboxyhemoglobin levels in 2 groups

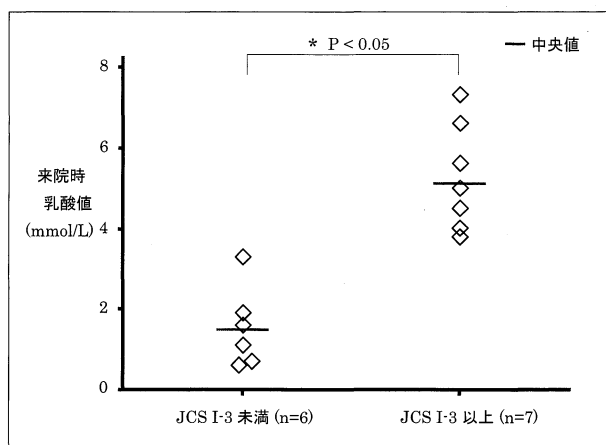


Fig. 2 Lactate concentrations in 2 groups

治療が施行されていた。

追跡できた16症例のなかで、1例に頭部CTで淡蒼球に低吸収域が認められ、間歇型CO中毒を発症した症例が1例、その両者を認めた症例が1例であった。23例の中でCO中毒以外に意識状態と乳酸値に影響を与える併発症を持つ症例を除いた13例を、来院時の意識状態がJCS I-3未満とJCS I-3以上の2群にわけ検討した。来院時の動脈血中COHb濃度はJCS I-3以上の7症例では有意に高値であった(中央値26% vs 15%, $p < 0.05$, Fig. 1)。さらに、来院時の乳酸値はJCS I-3以上の7症例では有意に高値であった(中央値5.1 mmol/L vs 1.5 mmol/L, $p < 0.05$, Fig. 2)。また、来院時の動脈血中COHb濃度と乳酸値に $r = 0.557$ で、正の相関を認めた(Fig. 3)。

考察

急性CO中毒患者の治療において、まず優先されるべきことは、血中のCOHb濃度を低下させることである。COHb濃度の半減期は動脈血酸素分圧に影響され⁶⁾、空気で約320分、100%酸素投与下で約60分、2.8 ATAのHBO治療では約23分とされている⁷⁾。したがって、COの排除を第一に考えた場合HBO治療が第一選択となりうる。そのため当施設では、HBO治療の有効性が確認された2002年11月以降は、来院時意識障害のある症例に対して、初期治療はNBO治療として気管挿管後100%酸素による人工呼吸療法を行い、

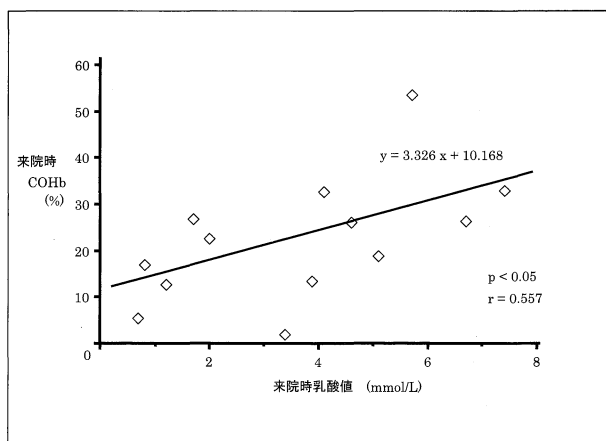


Fig. 3 Correlation between carboxyhemoglobin level and lactate concentration

意識障害が改善し、安全にHBO治療ができる状態になりHBO治療を行っている。しかし、発見から24時間以内にHBO治療を開始しなければ治療効果がないことから、当センターでの治療方針が急性CO中毒の治療法としては議論が残ることも確かである。

当院の高度救命救急センターはHBO治療装置を有するが、①HBO治療装置が第一種装置であること、②供給ガスは酸素のみであること、③HBO治療装置が救命センターと隣接していないことなど、緊急時の対応には様々な制約がある。さらに第一種装置では、患者の急変時に減圧が完了するまで処置を行なうことができない。そのため急性CO中毒患者に第一種装置を用いてHBO治療を行なう場合、バイタルサインの不安定な症例や、安静を保てない症例ではHBO治療の

適応はあっても実施が困難な場合があり、当センターでは挿管患者のHBO治療は行なっていない。

実際にTable 3に示したように、急性CO中毒症例の多くが気道熱傷等の集中治療を要する病態を併発している。このような症例では、HBO治療室の設備の問題もあり、病状急変時の対応を考慮に入れると、全身状態の安定していない症例でのHBO治療はリスクが高いこともある。したがって、当センターにおいては、すべての急性CO中毒症例への第一種装置での対応は困難であると判断している。

Fig. 4に当施設近辺の第二種装置を持つ施設を示す。第二種装置は医療従事者も含め同時に複数名収容可能であり、急変時の対応や全身状態の安定していない患者への集中治療も可能であり、第一種装置と比べ安全にHBO治療を施行することができる。したがって、当施設の場合、急性CO中毒患者へのHBO治療を考慮すると、第二種装置のある施設への転院も選択肢としてあがってくる。なぜなら、本研究の結果からも、HBO治療を初期に行なわなかった症例3例に頭部CTでの異常所見、あるいは間歇型CO中毒を認めているからである。当施設から最寄りの第二種装置のある施設は車で約1時間半、ヘリコプターで約20分であり、発見から24時間以内にHBO治療を行うという点からは積極的に考慮すべきであると考えられる。

しかし、先に述べたように第一種装置への適応が困難な症例の多くは、全身状態が不安定で、集中治療が必要な状態であり、設備の限られた救急車やヘリコプターでの搬送は危険が伴うとも考えられる。また、当施設から最寄りの第二種装置のある施設はいずれも県外であり、現実的には搬送に伴う医療システムの問題も浮かび上がり、医療システムを今後整備していく必要があると考えられる。一方、意識障害以外の全身状態が安定している症例に対しては、積極的に第一種装置での治療を早期に開始すべきである。したがって、Table 3のNBO（人工呼吸）群のCase 01, 02のような症例では、今後積極的にHBO治療を施行すべきと考えられる。

急性CO中毒において、血中COHb濃度は必ずしも

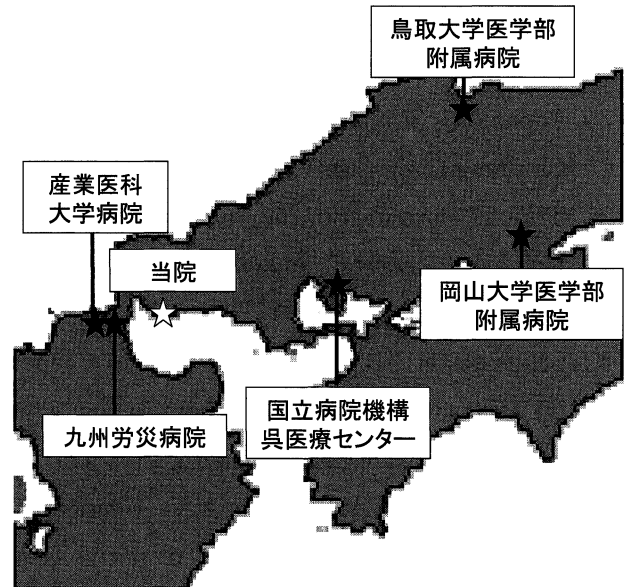


Fig. 4 Distribution of multiplace chambers in Chugoku and northern Kyushu areas

臨床症状と一致しないといわれている。しかし、意識障害のある例では血中COHb濃度は有意に高く、さらに他の混合ガスの影響を否定する意味からも、急性CO中毒が疑われる患者での血中COHb濃度の測定は有用と考えられる。また、血清乳酸値も意識障害のある例では有意に高く、血中COHb濃度とも相関が認められたことから、COHb濃度の測定が困難な施設においては乳酸値を重症度評価に応用できる可能性があるが、これは今後の研究課題である。

当施設における急性CO中毒患者の治療現状を紹介した。急性CO中毒患者の初期治療では、血中COHb濃度の半減期を考慮すればHBO治療が最もよいが、第一種装置での治療の限界を考慮して個々の症例に対する最適な治療法を選択すべきである。

参考文献

- 1) Jainn KK : Textbook of Hyperbaric Medicine. Hogrefe & Huber Publishers : Massachusetts, 4 th ed. pp109-31, 2004
- 2) Weaver LK, Hopkins R, Chan KJ, Churchill S, Elliott G, Clemmer TP, Orme JF, Thomas FO, Morris AH : Hyperbaric oxygen for acute

- carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med*, 347 : 1057-1067, 2002
- 3) Raphael J, Elkharrat D, Jars-Guinestre M, Chastang C, Chasles V, Vercken JB, Gajdos P : Trial of normobaric and hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide intoxication. *Lancet*, 2 : 414-419, 1989
 - 4) Scheinkestel CD, Jones K, Myles PS, Cooper DJ, Millar IL, Tuxen DV : Where to now with carbon monoxide poisoning. Raphael J, Elkharrat D, Jars-Guinestre M, Chastang C, Chasles V, Vercken JB, Gajdos P : Trial of normobaric and hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide intoxication. *Lancet* Raphael J, Elkharrat D, Jars-Guinestre M, Chastang C, Chasles V, Vercken JB, Gajdos P : Trial of normobaric and hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide intoxication. *Lancet* oning? *Emerg Med Australas*, 16: 151-154, 2004
 - 5) Emerson G: The dilemma of managing carbon monoxide poisoning. *Emerg Med Australas*, 16: 101-102, 2004
 - 6) Weaver LK, Howe S, Hopkins R, Chan KJ : Carboxyhemoglobin half-life in carbon monoxide-poisoned patients treated with 100% oxygen at atmospheric pressure. *chest*, 117 : 801-808, 2000
 - 7) Meter KW : Carbon monoxide poisoning. Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski JS: *Emergency medicine A Comprehensive Study Guideline* 5th edition. North Carolina, McGraw-Hill, 1302-1306, 2000