

症 例 報 告

複数一酸化炭素中毒事例 — トリアージをどうすべきなのか —

金子 唯¹⁾, 上園 圭司¹⁾, 辛島 龍一¹⁾, 岩下 晋輔¹⁾, 入江 弘基¹⁾,
前原 潤一²⁾, 笠岡 俊志¹⁾

¹⁾熊本大学医学部附属病院救急・総合診療部

²⁾済生会熊本病院救急総合診療センター

原稿受付日 2018年1月24日, 原稿受領日 2019年2月13日

Three cases of carbon monoxide poisoning : Triage decision

Tadashi Kaneko¹⁾, Keiji Uezono¹⁾, Ryuichi Karashima¹⁾, Shinsuke Iwashita¹⁾, Hiroki Irie¹⁾,
Junichi Maehara²⁾, Shunji Kasaoka¹⁾

¹⁾Emergency and General Medicine, Kumamoto University Hospital

²⁾Department of Acute Care and General Medicine, Saiseikai Kumamoto Hospital

— Summary — (Jpn J Clin Toxicol 2019 ; 32 : 390-394)

Introduction : Three cases of carbon monoxide (CO) poisoning occurred simultaneously, leading to difficulties identifying individuals at a higher risk of sequelae.

Case : Three males were engaged in transportation in a warehouse. About 2.5 hours later, patient A complained of headache, dizziness and walking difficulty, and was emergently transported to a hospital. As CO poisoning was suspected, oxygen administration was started according to the triage decision by the ambulance crew before arrival at the hospital. Blood carbon monoxide hemoglobin (COHb) levels of the 3 patients at hospital arrival were 15.8 %, 21.2 %, and 19.0 %, respectively. All the patients underwent hyperbaric oxygen therapy, and recovered without marked sequelae.

Discussion : For CO poisoning, triage must be decided by giving priority to persons at a higher risk of sequelae. The following points should be additionally considered: 1) loss of consciousness and focal neurological signs and symptoms, 2) pregnant women and infants, and 3) COHb level > 25 %. Besides, the effectiveness of prehospital use of the Pulse CO-Oximeter measuring COHb level noninvasively and additional portable oxygen administration devices for ambulance crew should be examined in the future.

Key words : triage, carboxyhemoglobin, hyperbaric oxygen therapy

はじめに

一酸化炭素 (CO) の中毒症状は一般に頭痛, めま

い, 倦怠感, 嘔気・嘔吐, 意識障害, 息切れなどが
いわれており, その診断は主に 1) 臨床症状, 2) CO
への曝露歴, 3) 血中一酸化炭素ヘモグロビン
(COHb) 濃度の上昇の 3 点から行われる¹⁾²⁾。今回,
倉庫作業中に 3 名の急性 CO 中毒が同時発生し救急
搬送されたが, 臨床症状による救急隊の病院前トリ
アージと病院到着後の血中 COHb 濃度で重症度が

著者連絡先: 金子 唯
熊本大学医学部附属病院救急・総合診療部
〒 860-8556 熊本県熊本市中央区本荘 1-1-1
E-mail : kaneyui-ygc@umin.ac.jp

Table 1 : Characteristics of the patients

Patients	A	B	C
Age (y.o.)	31	31	36
Sex	male	male	male
Symptoms	walking difficulty headache malaise	headache altered mentation	headache
COHb (%) at hospital arrival	15.8	21.2	19.0
WBC (/ μ L)	10,700	8,400	8,300
Lactate (mmol/L)	2.33	0.92	0.93
Interval (min)			
1. CO exposure	150	150	150
2. Air-breathing time before oxygen administration	16	33	33
3. Oxygen administration before hospital arrival	23	29	29

COHb : blood level of carboxyhemoglobin, WBC : white blood cell count,
Lactate : blood level of lactate, CO : carbon monoxide

一致しなかったことをきっかけとして、病院前トリアージがどうあるべきか再考を要した事例であったため、考察を交えて報告する。

I 事例

患者 : 31歳男性2名(傷病者AおよびB), 36歳男性1名(傷病者C)。

既往歴 : 全例特記すべき既往歴なし。

喫煙歴 : 傷病者Aに喫煙歴なし。傷病者BおよびCには喫煙歴あり。

現病歴 : 上記の3名で倉庫内での運搬作業を車両を用いて行っていた。倉庫は奥行25m, 横幅20m, 高さ5mの広さ, 車両はフォークリフト1台を使用し, 倉庫開口部はすべて閉鎖された状態で約2時間半行われたとのことであった。現場の一酸化炭素濃度の測定は行われていない。また3名ともフォークリフト周囲で作業をしていた。

傷病者Aが頭痛とめまいを訴えて動けなくなったため救急要請された。救急隊接触時には倉庫の外で傷病者Aが動けない状態であり, また傷病者BおよびCも軽度の頭痛を訴えていた。集団のCO中毒を疑って, 先着救急隊は応援救急隊要請の後に, 高濃度酸素投与(酸素10L/minリザーバマスク)を最重症と考えられた傷病者Aに開始した後に,

甲病院へ搬送した。後続救急隊が傷病者B, Cへ接触後に高濃度酸素投与(酸素10L/minリザーバマスク)を開始し, 約17分の病院との交渉の後に乙病院へ搬送となった。倉庫外へ出てから救急隊接触まで約10分, 救急隊接触から酸素吸入開始までがA:約6分, B:約23分, C:約23分, 酸素吸入開始から病院到着までがA:約23分, B:約29分, C:約29分と推定された。また, 3症例の症状および検査データをTable 1に示す。

傷病者A : 病院搬入時に, 倦怠感, 頭痛を訴えた。バイタルサイン : 意識清明, 心拍数68回/min, 血圧106/51mmHg, 呼吸数20回/min, SpO₂99%(酸素10L/min投与)。血中トロポニン検査は施行されず, 高気圧酸素療法(HBO)を計5回実施した後に第6病日に退院となった。退院時に神経学的異常を認めず, その際, 神経学的後遺症について説明し, 異常を感じた場合には再受診を行うよう指導した。退院後3カ月の再受診なし。

傷病者B : 病院搬入時は, 少しぼんやりするとの訴えがあった。バイタルサイン : 意識清明, 心拍数71回/min, 血圧128/75mmHg, 呼吸数13回/min, SpO₂98%(酸素10L/min投与)。血中トロポニン検査陰性。HBOを1回施行し, 第2病日に退院となった。3カ月のフォローを行い, 頭部MRIで異

常なし。神経学的後遺症を認めなかった。

傷病者 C : 病院搬入時は、軽度頭痛の訴えがあった。バイタルサイン : 意識レベルは清明、心拍数 74 回/min、血圧 131/75 mmHg、呼吸数 22 回/min、SpO₂ 99 % (酸素 10 L/min 投与)。血中トロポニン検査陰性。HBO を 1 回施行し、第 2 病日に退院した。3 カ月のフォローを行い、頭部 MRI で異常なく、神経学的後遺症を認めなかった。

各病院で施行された HBO について、甲病院は血中 COHb 濃度 10 % 以上を HBO の適応としており、受傷 24 時間以内に 2 回施行、以後毎日 1 回施行し、2.5 ata、60 分間のプロトコルで行っている。ただし傷病者 A では、2.5 ata に耐えられず 1.4 ata までの施行であった。乙病院では血中 COHb 濃度 10 % 以上であった傷病者 B、C に 2 ata、60 分間の HBO を 1 回施行した。施行の順番は来院時の血中 COHb 濃度が高い B からであった。

II 考 察

今回、3 名の複数 CO 中毒事例が同時発生し、この事案における救急現場での CO 中毒トリアージの検証から、このような場合の課題が認識された。CO 中毒におけるトリアージでは、1) 生命の危機を考慮した従来のトリアージ、2) CO 中毒による神経学的後遺症の予防の 2 つの観点が必要と考えられるが、今回は 2) に関して十分に配慮できていなかったと思われる。

CO 中毒の神経学的後遺症について、Weaver らのメタ解析では、36 歳以上、24 時間以上の曝露、意識消失、血中 COHb 濃度 25 % 以上がハイリスク群と考えられている³⁾。それを踏まえ、①意識消失、②心筋虚血の合併、③神経学的巣症状の出現、④著明な代謝性アシドーシス、⑤血中 COHb 濃度 25 % 以上を後遺症のハイリスク群とする海外専門家の意見がある¹⁾²⁾。さらに近年、これらの成人基準に加えて妊婦や小児に対する基準も検討されている。イタリアの救急や麻酔の医学会基準では、妊婦は基本的に後遺症を考慮すること、小児は無症状でも血中 COHb 濃度 10 % 以上もしくは生後 6 カ月未満 (HbF が存在する月齢) では後遺症を考慮すること、が提

唱されている⁴⁾。このうち意識消失、神経学的巣症状の出現、妊婦、生後 6 カ月未満児の基準は、病歴・身体所見から病院前でも簡便に利用できると考えられる。

またこれらの基準で後遺症ハイリスクと判断された症例に対して、HBO 治療が推奨されているが、酸素吸入と比較して HBO 治療の長期的な神経学的予後改善効果は証明されていない現状を踏まえ、本稿では海外での「HBO 適応症例」を「後遺症ハイリスク症例」と解釈して考察していく¹⁾⁵⁾。

今回の 3 症例では、来院時の血中 COHb 濃度は 15.8 %、21.2 %、19.0 % といずれも 25 % 以下であった。上記の基準からみて、来院時の臨床症状や血中 COHb 濃度では後遺症のハイリスクとはならない。ただし COHb の半減期は室内気で 320 分、100 % 酸素下で 74 分、HBO 下で 20~42 分程度¹⁾ であり、CO 曝露直後では 3 症例の血中 COHb 濃度はより高値であったと考えられる。室内気・100 % 酸素での CO の既知解離曲線¹⁾⁶⁾ を用いると、曝露直後および 100 % 酸素投与直前の推定 COHb 濃度は各々、A : 約 23 % および約 20 %、B : 約 28 % および約 25 %、C : 約 27 % および約 24 % と推計される。また、A は来院時の乳酸値が高値 (Table 1) であり重症であったことが示唆される。

血中 COHb の半減期は上記のごとく、室内気と比較して 100 % 酸素下では 1/4 以下であり、病院前の CO 中毒治療に 100 % 酸素投与は有用と考えられる。救急現場で血中 COHb 濃度を推定する手段として、経皮的酸化炭素濃度測定 (パルス CO オキシメーター ; SpCO) は一つの選択肢である。SpCO の精度には検討の余地があり、米国専門学会は救急外来における診断目的の使用を推奨していないが病院前のスクリーニングには有用かも知れないとの見解を示している⁵⁾。

救急現場の集団 CO 中毒のトリアージについて、海外事例の 2 文献を検索できた。

Valerio ら⁴⁾ は 21 名の 12 歳以下を含む 57 例の複数 CO 中毒事例について報告している。57 例中 20 例は頭痛・嘔気を含めた何らかの症状を呈しており、平均の血中 COHb 濃度は 10.1 % であった。彼らは、

救急外来でトリアージを行い、吐き気、頭痛などの症状がある者を中心に57例中37例を、後遺症ハイリスク症例としてHBO治療施設に転送しているが、上記の海外基準に照らし合わせると18例は不適切な転送であったとしている(正確に記述されていないが、血中COHb濃度が適応外と思われる)。

Pasquierら⁷⁾は61名の複数CO中毒事例について、派遣医師による救急現場トリアージを含めた報告をしている。61例でSpCOを併用したトリアージを施行し、A:失神もしくは意識消失例、妊婦、B:A以外の症状を呈する者、C:症状はないがSpCO陽性(非喫煙者5%以上、喫煙者10%以上)、D:症状なしかつSpCO陰性に分類した。現場で酸素吸入をA~C群に対して行いながら、A群から医療機関へ搬送開始、D群は現場から帰宅とし、再トリアージによりD群に分類された者も同様の対応としている。最終的にA群の4名と現場でのSpCOで25%以上を示したB群の4名が後遺症ハイリスク症例としてHBO治療のため転送された。C群で後遺症ハイリスクとされた症例は存在しない。なお、同論文著者らは、現場でのSpCO陰性所見だけでは酸素投与の適応を除外できないので、集団CO中毒におけるトリアージにSpCOを用いないことを提唱している。

Valerioら⁴⁾の報告では、後遺症ハイリスクによるHBO適応基準を十分に考慮できなかった結果、症状を中心としたトリアージで約49%(18/37例)の判断ミス(COHb低値)を生じたとしている。Pasquierら⁷⁾の報告によると、SpCO値が25%以上を示しているのは、救急現場で有症状の症例のみである。Valerioら⁴⁾とPasquierら⁷⁾の内容は相反するようであるが、来院時のCOHb値が救急現場での値と乖離することも一因と考えられる。Valerioら⁴⁾は判断ミスとしているが、救急現場ではCOHb値が25%以上であった可能性もある。

上記を踏まえ、病院前の集団CO中毒のトリアージとして、1)生命の危機を考慮した従来のトリアージ、2)CO中毒による後遺症ハイリスク基準から病院前で評価できるものとしてa:意識消失、神経学的巣症状、b:妊婦、小児、c:SpCOスクリーニン

グで高値(25%以上)の手順が考えられる。またCO中毒の疑い事例において、全例救急現場からの酸素投与が望ましいが、a~cの症例は後遺症ハイリスクが考えられ、優先するべきといえる。

今回の事例では、abに該当はなく、cのSpCOは評価できていない。通常のトリアージによる「歩けない」傷病者Aのみ酸素投与が開始され、搬送された。今後、病院前トリアージにおけるSpCOの意義が確立すれば状況が変わる可能性があるが、今回、臨床所見に基づき酸素投与および搬送の順序を決めたのは概ね適切な判断であったと考えられる。集団CO中毒事例では、従来のトリアージに加えてCO中毒の後遺症ハイリスク評価をどこまで行えるかが今後の課題である。上記のようなCO中毒ハイリスク症例と考えられた場合、後続救急隊到着まで救急車内の設備も用いて複数傷病者への酸素投与を行い到着後に搬送を開始する、複数CO中毒の可能性がある場合には救急車外に持ち出せる酸素投与装置をあらかじめ複数携帯する、などの工夫も検討すべきと考えられる。

結 語

屋内作業による3名の同時発生CO中毒症例を経験した。集団CO中毒の病院前対応において、CO中毒の後遺症ハイリスクに配慮したトリアージも今後検討が必要と考えられた。

[利益相反]
なし。

【文 献】

- 1) Rose JJ, Wang L, Xu Q, et al : Carbon monoxide poisoning : Pathogenesis, management, and future directions of therapy. *Am J Respir Crit Care Med* 2017 ; 195 : 596-606.
- 2) Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, et al : Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. *Am J Respir Crit Care Med* 2012 ; 186 : 1095-101.
- 3) Weaver LK, Valentine KJ, Hopkins RO : Carbon monoxide poisoning : Risk factors for cognitive sequelae and the role of hyperbaric oxygen. *Am J Respir Crit Care Med* 2007 ; 176 : 491-7.
- 4) Valerio A, Verzè M, Marchiori F, et al : Managing a mass CO poisoning : Critical issues and solutions from the field to the hyperbaric chamber. *Disaster Med Public*

Health Prep 2017 ; 11 : 251-5.

- 5) American College of Emergency Physicians Clinical Policies Subcommittee (Writing Committee) on Carbon Monoxide Poisoning, Wolf FJ, Maloney GE, et al : Clinical policy : Critical issues in the evaluation and management of adult patients presenting to the emergency department

with acute carbon monoxide poisoning. *Ann Emerg Med* 2017 ; 69 : 98-107.

- 6) 井上貴昭 : 酸素療法. *中毒研究* 2018 ; 31 : 429-36.
 7) Pasquier M, Dami F, Carron PN, et al : Mass casualty triage in the case of carbon monoxide poisoning : Lessons learned. *Disaster Med Public Health Prep* 2018 ; 12 : 373-8.

要旨

はじめに：同時発生複数一酸化炭素 (CO) 中毒事例を経験し、後遺症ハイリスク症例の判断に課題を残した。

事例：3名の男性 A, B, C が倉庫内で運搬作業を行っていた。約2時間半後に傷病者 A が頭痛、めまいを訴えて動けなくなり、救急要請された。CO 中毒を疑われ、救急隊の病院前トリアージで傷病者 A から酸素吸入が開始され搬送された。病院到着時の血中一酸化炭素ヘモグロビン (COHb) 濃度は A : 15.8%, B : 21.2%, C : 19.0% だった。全例に高気圧酸素療法が施行され、明らかな後遺

症は認めなかった。

考察：CO 中毒では後遺症ハイリスク症例を念頭にトリアージを行う必要がある。今回の事例でトリアージに関する考慮が不足した点として、1) 意識消失、神経学的巣症状、2) 妊婦、小児、3) COHb 濃度 25% 以上などの判断があげられた。救急現場での経皮的な一酸化炭素ヘモグロビン濃度 (SpCO) 測定、救急隊のポータブル酸素投与機器複数携行などの有効性も含め、今後の検討が必要と考えられた。