

症 例

ドライアイスによる急性二酸化炭素中毒の1例

平川 昭彦, 波柴 尉充, 斉藤 福樹
岩瀬 正顕, 村尾 佳則, 中谷 壽男

関西医科大学滝井病院高度救命救急センター

(平成19年6月11日受付)

要旨: ドライアイスによる急性二酸化炭素中毒を生じた症例を経験したので報告する。症例は50歳, 男性。ドライアイス貯蔵庫で意識消失にて倒れている4人が発見され, 1人が当センターに搬送された。搬入時, 意識レベル30点 (JCS), 血液ガス分析にて低酸素血症, 高二酸化炭素血症とアシドーシスを認めた。頭部CT, 血液検査や毒物検査にて意識障害の原因は検索できず, 現場の状況にて急性二酸化炭素中毒によるものと考えた。入院後は酸素・輸液投与にて翌日には意識清明となり, 第8病日に退院となった。

急性二酸化炭素中毒は意識障害や場合によって死に至ることがあるが, あまり知られていないのが現状である。よって, 原因不明の意識障害があり, 現場で二酸化炭素ガス発生の状況が考えられるなら, 急性二酸化炭素中毒を念頭に入れる必要がある。

(日職災医誌, 55:229—231, 2007)

—キーワード—

急性二酸化炭素中毒, ドライアイス

はじめに

ドライアイスは一般に広く使用されている冷却剤であるが, 場合によっては急性二酸化炭素中毒を引き起こし, 意識障害や死に至ることまである。

今回, ドライアイス貯蔵庫でシャッターを閉めて作業を行い, 4人がドライアイスによる急性二酸化炭素中毒により意識障害を生じ, 1人が当院に搬送された症例を経験したので報告する。

症 例

患 者: 50歳, 男性

主 訴: 意識障害

既往歴・家族歴: 特記すべきことなし

現病歴: 2002年7月4日午前8時頃, ドライアイス貯蔵庫横のトイレで意識消失にて倒れている4人が従業員に発見され, うち1人が当センターに救急搬送となった。

搬入時現症: 意識レベル30点 (JCS), 瞳孔 右左3.0mm, 対光反射あり。血圧128/84mmHg, 脈拍102回/分, 呼吸数30回/分, 体温35.2℃。呼吸音は正常であった。外表所見として, 眼瞼結膜に点状出血を認めた。

入院時検査所見: WBC28,400/μl, CRP0.48mg/dlと

炎症反応の上昇を認めた。また, CK 4,327U/l, AST 74U/l, LDH 485U/lと筋逸脱酵素の上昇も認めた。血液ガス分析では軽度低酸素および高二酸化炭素血症を認め, 混合性アシドーシスも認めた (表1)。

入院後経過: 酸素投与および静脈路確保を行った後, ICU入室となった。意識障害の原因検索のため, 頭部CT検査を施行したが異常所見は認めず, 血液および尿の毒物検査も施行したが陰性であった。また, 血液検査より代謝性疾患も否定的であった。よって, 現場・発生状況より意識障害の原因はドライアイスによる急性二酸化炭素中毒と診断し, 酸素投与を継続した。入院数時間後には, 高二酸化炭素血症および混合性アシドーシスは改善された。また, 筋逸脱酵素は翌日には, CK 14,967U/l, AST 177U/l, LDH 641U/lと高値を示し, 著明な四肢疼痛, 腫脹などのコンパートメント症候群を疑わせる所見は認めなかったが, 輸液大量投与を3日間行い, 翌日より筋逸脱酵素は減少した。意識は翌日より清明になり, 第2および第5病日の頭部CTでも異常所見は認めなかった。しかし, 同じ体位で数時間倒れていたためと思われる軽度の腓骨神経麻痺を右下肢に翌日より認めた。その後, 経過良好にて第8病日に独歩退院となった。

考 察

A case of acute carbon dioxide intoxication from dry ice

二酸化炭素は, 大気中に0.03%含まれており, 比重

表1 入院時血液生化学検査

Na	140 mEq/l	BUN	14 mg/dl	Blood Gas (room air)	
K	4.2 mEq/l	CRE	1.0 mg/dl	PH	7.405
Cl	102 mEq/l	TP	7.9 g/dl	PaO ₂	68.5 mmHg
Glu	127 mg/dl	Alb	4.4 g/dl	PaCO ₂	47.0 mmHg
GOT	74 U/l	CRP	0.48 mg/dl	HCO ₃	18.4 mmol/l
GPT	21 U/l	WBC	28,400 /μl	BE	- 6.0 mmol/l
LDH	485 U/l	RBC	526 × 10 ⁴ /μl	SaO ₂	96.1 %
AMY	17 U/l	Hb	16.9 g/dl		
T-Bil	0.2 mg/dl	Ht	49.2 %		
D-Bil	0.1 mg/dl	Plt	25.1 × 10 ⁴ /μl		
CPK	4,327 U/l				

1.53 で無色、無臭、不燃性、水溶性の気体であり、人における最低毒性濃度は2%である。また、ドライアイスは冷却用として日常広く使用されており、炭酸ガスを固体にしたもので、-78.5℃で固体から直接気体に変化する物質である。生体への障害として、慢性呼吸器疾患などで生体内の二酸化炭素蓄積によるCO₂ナルコーシスは良く知られているが、生体外の二酸化炭素曝露による障害として、ドライアイスの成分である二酸化炭素ガス吸入による急性中毒にて死亡する危険性があることはあまり知られていない。

急性中毒症状として、2~10%で視力障害、耳鳴り、チアノーゼなどの症状が現れ、10~25%で血圧の上昇、振戦、1分で意識消失がおき、25%以上では即時に昏睡状態に陥り、死に至る(表2)。よって、二酸化炭素の作業環境基準は0.1%以下であり、工場によっては濃度が一定以上になると作動する警報装置を設置している所もある。

急性二酸化炭素中毒の状況として、二酸化炭素過剰に酸素欠乏を伴う場合と二酸化炭素自体によるものとの二つに分類される。前者はタンク、貯蔵庫、地下室などの閉鎖空間で球根、みかん、大豆、もろみ、木材などによる呼吸、発酵で空気中の酸素が減少し、二酸化炭素が増加することによっておこるものである¹⁾。後者は閉鎖空間でのドライアイスの気化²⁾、自動火災報知器の誤作動や二酸化炭素消火装置からのガス噴出¹⁾、八甲田山など火山性の二酸化炭素中毒^{3,4)}などが報告されている。本例はドライアイス販売工場では通常はシャッターを開けて仕事をするはずが、事故時には何故かシャッターが閉じたまま作業していることに気付かず閉鎖空間を作ったため、ドライアイスの成分である二酸化炭素ガスにて急性中毒を生じ、意識障害を起こしたと考えられた。ちなみに、曝露した4人のうち1人は心肺停止状態で他病院に搬送され死亡している。

急性二酸化炭素中毒による死亡のメカニズムに関して報告されている文献は少ない。服藤らの報告⁵⁾では、雄性マウスを用いた動物実験で、窒素置換型の酸素欠乏では、死亡しない酸素濃度であっても、二酸化炭素置換型の酸

表2 二酸化炭素中毒の臨床症状

濃度	臨床症状
3%	呼吸数増加、顔面温感
4%	過呼吸、頭痛、めまい、顔面紅潮、徐脈、血圧上昇
5%	頻呼吸、熱感、血管拡張、悪心、嘔吐
6%	意識レベル低下
8%	肺うっ血、呼吸困難
10%	数分以内に意識喪失
20%	呼吸・脈拍促拍、集中力低下
30%	ほんの僅かの呼吸で意識消失、短時間で死亡の危険
50%	昏睡、死亡

素欠乏では明らかに死亡すると報告している。なぜなら、PaCO₂の上昇により呼吸性アシドーシスをもたらし、pHを低下することで酸素解離曲線は右方に移動し、動脈血酸素飽和度は低下することで、末梢における酸素欠乏の増強が起こるからである。このことは、急性二酸化炭素中毒に低酸素症を合併することで、それぞれに相乗効果が働き、このことが死亡する原因と示唆される。一方で、池田ら⁶⁾は80%二酸化炭素、20%酸素混合ガス中にイヌを曝露させる実験を行い、1分で呼吸運動が停止し、その後10分程度で心停止したことから、高濃度二酸化炭素中毒吸入による死因は低酸素血症によるものではなく、二酸化炭素中毒によるものであると報告している。また、黒木ら⁷⁾は無酸素ガス下のラット実験で二酸化炭素ガスを注入することにより、呼吸停止状態にさせ血液ガス分析を行ったところ、二酸化炭素ガス血症に基づく高度のアシドーシスが急死の原因であり、それに基づく不整脈死の可能性が高いと報告している。本例の搬入時の血液ガス分析では、軽度の低酸素と高二酸化炭素ガス血症、混合性アシドーシスを認めたが、現場の貯蔵庫内の二酸化炭素濃度はどのくらいであったかは定かでない。ただし、当院に搬送された傷病者の推定曝露時間は約1時間30分と短時間であるが、後から貯蔵庫に来た作業員が死亡しているので、貯蔵庫内の二酸化炭素濃度はかなり高値であったと推察される。また、ドライアイスによる低温下の状況も加味されるため、どの原因で死亡したかは難しいところである。

急性二酸化炭素中毒の診断として、まず現場や発生状況を詳細に聴取することが重要である。また、血液ガス分析では、PaCO₂の上昇、pHの低下、BEの低下が考えられるが、現場状況、救急隊の応急処置や重症度により経過は様々であると考えられる。

治療としては特異的な治療はなく、気道確保、静脈路確保と循環の維持を行いつつ、低酸素血症による脳浮腫などが合併しているならば、それに対する治療を早急に行わなければならないと考えられた。

結 語

ドライアイスによる急性二酸化炭素中毒の1例を経験した。原因不明の意識障害には急性二酸化炭素中毒を念頭に入れなければならない。その早期診断には現場や発症状況の情報収集が重要である。

文 献

- 1) 内藤裕史：中毒百科—事例・病態・治療—。東京，南光堂，1991, pp123—126.
- 2) 山本浩貴，大林俊彦，佐藤 紀，他：ドライアイスによる急性二酸化炭素中毒の1例。帯厚医誌 1: 145—147, 1998.

- 3) 西澤諒一，和田豊人，山谷 信，他：八甲田山で二酸化炭素中毒に遭遇した自衛隊員の治療経験。青市病医誌 9: 30—33, 1998.
- 4) Baxter PJ, Kapila M, Mfonfu D: lake nyos disaster, Cameroon, 1986: the medical effects of large scale emission of carbon dioxide. BMJ 235: 1437—1441, 1989.
- 5) 服藤恵三，内山利満：酸欠死亡に対する二酸化炭素の相乗効果。日法医誌 43: 424—429, 1989.
- 6) Ikeda N, Takahashi H, Umetsu K, et al: The course of respiration and circulation in death by carbon dioxide poisoning. Forensic Sci Int 4193—4199, 1989.
- 7) 黒木尚長，山崎元彦，中村正巳，他：二酸化炭素中毒の1剖検例とその発症メカニズム。法医病理 7: 46—53, 2001. (原稿受付 平成 19. 6. 11)

別刷請求先 〒570-8507 大阪府守口市文園町 10—15

関西医科大学滝井病院高度救命救急センター

平川 昭彦

Reprint request:

Akihiko Hirakawa

Department of Emergency and Critical Care Medicine, Kansai Medical University Takii Hospital, Fumizono-cho 10-15, Moriguchi, Osaka 570-8507, Japan

A CASE OF ACUTE CARBON DIOXIDE INTOXICATION FROM DRY ICE

Akihiko HIRAKAWA, Masamitsu HASHIBA, Shigeki SAITOH, Masaaki IWASE,
Yoshinori MURAO and Toshio NAKATANI

Department of Emergency and Critical Care Medicine, Kansai Medical University Takii Hospital

A 50-year-old man was found unconscious in a dry ice storage. He was unconscious on admission. Hypoxemia and acidemia were demonstrated by arterial blood gas analysis at that time. The cause of unconsciousness was not apparent from cranial computed tomography, arterial blood gas findings or other laboratory data. Acute carbon dioxide intoxication was considered based upon observations of the accident site. On the day after admission, he gained consciousness with administration of oxygen and intravenous fluids. The patient was discharged on the 8th hospitalized day. Acute carbon dioxide intoxication is a fairly frequent but unknown cause of unconsciousness and even death. The diagnosis must be considered in unconscious patients exposed to carbon dioxide gas.