

症 例 短 報

ドライアイスを搬送中に心肺停止に至った
急性二酸化炭素中毒の1例

池上かおり, 吉田 暁, 熊谷 謙, 広瀬 保夫

新潟市民病院救命救急・循環器病・脳卒中センター

原稿受付日 2016年12月12日, 原稿受領日 2017年9月28日

はじめに

二酸化炭素そのものが急性中毒をきたし、状況によっては致死的となり得ることはあまり知られていない。臨床現場では日常頻用されているドライアイスの昇華が原因として多い。

われわれは、ワンボックスカーでドライアイスを送送中に呼吸困難を呈し、急性二酸化炭素中毒と診断した1例を経験したので報告する。

I 症 例

患 者：60歳代，男性。

主 訴：呼吸困難。

既往歴：特記すべき事項なし。

現病歴：梅雨が明け、猛暑となりはじめた某日、配達業のためワンボックスカーを運転していたところ、呼吸困難が出現した。一時的に車外に出ると改善し、運転を始めると症状が増悪した。その後も仕事を続けたが症状は悪化し、「息を吸おうとしても酸素が入ってこない」と感じるようになった。路肩に停車し車内で休憩したが、呼吸困難は改善なく、眼前が白くなり意識が朦朧としてきたため、自ら救急要請した。指令課との通話中に、呼吸困難を訴え

ながら「心臓が止まりそうだ」といって応答がなくなった。

先着の消防隊接触時は、運転席で意識・自発呼吸なく、頸動脈は触れず心肺停止と判断され、心肺蘇生が開始された。AEDを装着したがショック適応ではなかった。後の解析では、そのときの心電図波形は心拍数100回/minの洞調律であった。消防隊接触2分後の救急隊到着時には、自己心拍は再開していた。JCS II-30、顔面蒼白で発汗を認めた。その後、意識は速やかに改善し、呼吸状態も安定し自覚症状も消失したが、心肺停止蘇生後であり当院へ搬送された。

来院時所見：意識清明、瞳孔径と対光反射は正常、血圧106/81 mmHg、心拍数72回/min、体温36.8℃、呼吸数24回/min、SpO₂ 98%（室内気）と全身状態は安定していたが、救急通報した後から救急隊に呼びかけられるまでの記憶はなかった。胸部聴診上、異常はなく、胸部X線にも異常所見は認められなかった。心電図は洞調律で虚血性変化や不整脈はなかった。心臓超音波検査は正常であった。血液ガス分析所見は異常なく、CPKは331 IU/Lと軽度上昇を認めた。

入院時評価：急性冠症候群や気胸、肺塞栓などを示唆する所見は認めなかった。本人に事情を聴取したところ、2週間前から、自分で用意したワンボックスカーでドライアイスを送送する仕事に従事し、その日は、約120 kgのドライアイスに毛布を被せ

た状態で積載していたことが判明した。配達は半径500 m 圏内であった。普段は窓を開けていたが、当日は猛暑(气象台データでは気温 27°C, 湿度 71%)のためドライアイスの搬送に従事してから初めて窓を閉め、車内の換気方法は内気循環としていた。消防隊接触時に心肺停止であったが、消防隊によるドアの開放と一次救命処置(BLS)により急速に意識が回復していることから、閉鎖空間に積載された多量のドライアイスの昇華で発生した急性二酸化炭素中毒と考えられた。経過観察を目的に入院としたが、入院後は症状再現なく翌日退院した。

II 考 察

二酸化炭素は通常大気中に 0.03% 存在している。無色無臭であり、気体比重は 1.53 と空気より重く、低い場所に滞留しやすい。-78.5 °C が昇華点であり固体から直接気体に変化する¹⁾。ドライアイスの昇華や微生物の呼吸・発酵、火山ガスなどが二酸化炭素の発生源となり得る。

従来は、一定の閉鎖空間で二酸化炭素が多量に発生した場合、二次的な酸素欠乏で意識障害や死亡に至ると考えられていた。しかし近年は、低酸素だけではなく、二酸化炭素そのものに毒性があることが明らかとなっている。服藤ら²⁾によるマウスを用いた実験では、窒素置換型の酸素欠乏状態と二酸化炭素置換型の酸素欠乏状態を酸素の 50% 致死濃度を指標として比較し、二酸化炭素は酸素欠乏死を有意に発症しやすくしたと報告している。二酸化炭素は低濃度では呼吸中枢を刺激するが、高濃度では逆に呼吸中枢を抑制する。人体への作用として、二酸化炭素濃度が 2~5% では頭痛、めまい、発汗、呼吸困難を生じ、6~10% で頻脈、頻呼吸が起こり、11~17% で意識消失し得る。さらに 17% 以上で昏睡に陥り、致死的となる³⁾。

二酸化炭素中毒による死因として、低酸素血症のみによらず、高二酸化炭素血症による高度アシドーシスから致死性不整脈の出現⁴⁾や副交感神経系活動の亢進による呼吸・循環抑制⁵⁾などの関与が考えられているが、まだ明らかではない。本症例では、AED の解析結果から、発見時は、洞調律の無脈性

電気活動(PEA)であったことから致死的な心室性不整脈の可能性は低いと考えられる。

本症例のようなドライアイスの昇華による二酸化炭素中毒は、以前から国内でも報告が散見され、死亡例もまれではない⁴⁾。自殺目的でない中毒事故は、保冷車や貯蔵庫内などで発生している⁴⁾⁶⁾。労災事故では救助者に二次災害が発生した報告もある⁶⁾⁷⁾。

本中毒の確定診断は非常に難しい。法医解剖施行例においても、特徴的な所見に乏しく、再現実験による間接的証明以外に診断が困難とされる⁴⁾。本症例でも来院時の血液ガスは正常範囲内であり、中毒によると思われる特異的な異常所見は認めなかった。乗峯ら⁸⁾は、実際に普通自動車内にドライアイス 50 kg を置き、20 分後には二酸化炭素濃度が 22% まで上昇したと報告している。本症例では車内容積が約 7,000 L のワンボックスカーであるが、夏期の閉鎖した車内で 120 kg のドライアイスを積んでいたことから、ごく短時間で二酸化炭素が高濃度になったことは容易に推測され、本中毒と診断した。

ドライアイスによる急性二酸化炭素中毒と考えられた 1 例を経験した。二酸化炭素そのものに毒性があるという認識が必要である。原因不明の意識障害や心肺停止症例では本中毒の可能性も考慮し、発生状況を確認するようにしたい。

利益相反：
開示すべき利益相反はない。

【文 献】

- 1) Lewis SN, Oladapo AO: Simple asphyxiants and pulmonary irritants. In: Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, et al, Goldfrank's Toxicologic Emergencies. 10th ed, McGraw-Hill, New York, 2015, pp 1568-9.
- 2) 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 1989; 43: 424-9.
- 3) Langford NJ: Carbon dioxide poisoning. Toxicol Rev 2005; 24: 229-35.
- 4) 黒木尚長, 山崎元彦, 中村正巳, 他: 二酸化炭素中毒の 1 割例とその発症のメカニズム. 法医病理 2001; 7: 46-53.
- 5) Ikeda N, Takahashi H, Umetsu K, et al: The course of respiration and circulation in death by carbon dioxide poisoning. Forensic Sci Int 1989; 41: 93-9.
- 6) 平川昭彦, 波柴尉充, 斉藤福樹, 他: ドライアイスによる急性二酸化炭素中毒の 1 例. 日職災医誌 2007;

55 : 229-31.

- 7) 佐藤寛晃, 田中敏子, 笠井謙多郎, 他 : 船倉タンク内で二酸化炭素中毒により溺死した作業者の剖検例. 産業医大誌 2009 ; 31 : 353-8.

- 8) 乗峯絵里, 石澤不二雄, 本田克也, 他 : ドライアイスを利用した二酸化炭素中毒によって死亡したと考えられた自殺の1例. 中毒研究 2009 : 22 ; 121-4.

Summary

Acute carbon dioxide poisoning, a potentially fatal condition, is poorly understood. Its most common cause is reportedly sublimation from dry ice. A man in his 60s called for an ambulance because of dyspnea. When the ambulance arrived, the man was found in cardiac arrest in a car loaded with 120 kg of dry ice. Regular sinus rhythm was restored using an automated external defibrillator, and he was removed from the car and success-

fully resuscitated by basic life support. Upon arrival at the hospital, the man was fully conscious and his vital signs were stable. Arterial blood gas analysis revealed no hypoxemia or acidemia. He was diagnosed with possible acute carbon dioxide poisoning. Unexplained cardiac arrest and unconsciousness that develop in a closed space should be investigated to evaluate the possibility of acute carbon dioxide poisoning.