

塩素ガス吸入による重症呼吸促迫症候群に対して腹臥位療法が奏功した1例

清水裕章[†]・森山直紀・田口裕司・水田宜良・林 伸洋・多河慶泰・高岡 諒・当麻美樹

KEY WORDS 塩素ガス, ARDS, 腹臥位療法, 肺保護戦略

要 旨

症例は41歳男性、自殺企図で塩素ガスを吸入し、呼吸苦のため救急搬送となった。急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS)、糖尿病性ケトアシドーシス (diabetic ketoacidosis : DKA) の診断で人工呼吸管理としたが、重篤な呼吸循環不全を呈した。体外式膜型人工肺 (extracorporeal membrane oxygenation : ECMO) の同意が得られなかったため、酸素化改善を目的とした腹臥位療法を施行した結果、呼吸状態は急速に改善し、短期間に治癒が得られた。塩素ガス吸入事例は多数報告されているが、重症例のARDSに伴う低酸素血症は比較的短期間の経過であり、酸素化改善効果を期待した腹臥位療法は有効であると考えられた。

I はじめに

塩素は揮発性が高く、塩素ガスとして曝露されると用量依存性に粘膜障害・呼吸障害などの毒性を発揮する¹⁾。一般に広く利用されている化学物質であるため、産業事故、スイミングプールの消毒剤、清掃用ケミカルなどに関連した中毒事例は数多く²⁾、高用量曝露による急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) の医学的報告も散見される。今回、自殺目的の塩素ガス吸入により重篤なARDSを呈し、発症早期の腹臥位療法により短期間で改善が得られたので、経過を報告する。なお、本稿の執筆については患者に書面にて同意を得ている。

II 症 例

現病歴：既往症のない41歳男性。飲酒歴、喫煙歴なし。中学時代より自宅に引きこもり、時折仕事をする程度であった。最近、家人に自殺をほのめかすメールをしていた。閉鎖した自宅浴室で意図的に酸性洗剤と次亜塩素酸ナトリウムを含む塩素系漂白剤を混合し、塩素ガスを発生させて自殺を試みたが、3時間後に呼吸苦のため自ら

救急要請し、当施設に搬送された。

身体所見：身長175cm、体重105kg、BMI 34、気道開通、呼吸数30回/分、SpO₂ 76% (リザーバーマスク15L/分、酸素投与下)、血圧156/107mmHg、脈拍146回/分、GCS E3V4M5で不穏、体温37.6℃。救急車到着時、全身の塩素臭から二次汚染の可能性を考え、救急車で気管挿管、除染室で水除染した後、初療室に搬入した。眼瞼眼球結膜の充血、口腔内菌茎の変色あり。胸部聴診で両側の水泡音を聴取した。

血液ガス分析 (FiO₂ 0.9%、PEEP 14cmH₂O) : pH 7.033、PaCO₂ 60.0mmHg、PaO₂ 47.8mmHg、BE -18.3mEq/L、乳酸10.2mmol/L

血液検査 : Hb 19.8g/dL、Na 119mEq/L、HbA1c 16.4%、血糖897mg/dL、総ケトン4,178.2μmol/L

肺CT：両肺、とくに左肺全体にびまん性のすりガラス陰影を認めた (図1)。

III 経 過

初診時の血液ガス分析・血液検査ではPaO₂/FiO₂ ratio (P/F比) 53.1と高度の低酸素血症、高乳酸血症、糖尿病性ケトアシドーシス (diabetic ketoacidosis : DKA) による脱水を認めた。気管挿管後より循環動態は不安定となり、細胞外液2,500mLの急速輸液と、ノルアドレナリン・パンプレシン・ドブタミンの持続静注を開始した。

塩素ガス吸入による重症呼吸促進症候群に対して腹臥位療法が奏功した1例

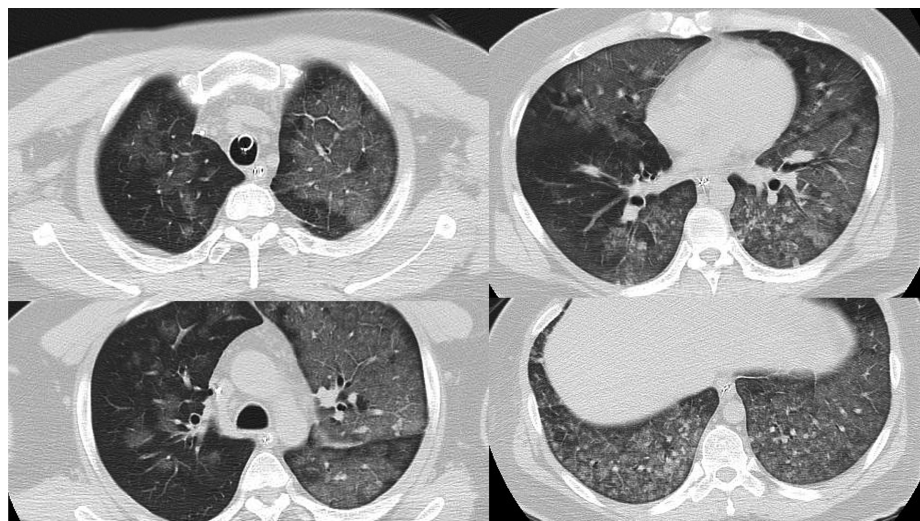


図1 搬入時CT

また、DKAに対しインスリン持続静注を行い、ICU入室3時間後にはBE -8mEq/L まで改善し、ノルアドレナリンを減量できるまで循環動態は安定した。塩素ガス吸入に対し、広域抗菌薬療法、デキサメタゾン 20mg/日 を開始、P/F比と画像所見から重症ARDSと診断した。体外式膜型人工肺（extracorporeal membrane oxygenation：ECMO）導入は家族の同意が得られなかったが、低酸素血症が比較的短期間で改善するという報告があったため、ICU入室後は、まず、低酸素血症の改善を見込める腹臥位療法を連続18時間施行した。また、肺保護戦略として一回換気量・プラトー圧制限、および著明な吸気努力に対して $P_{0.1}$ をモニタリングしながら筋弛緩薬の持続静注を行った。腹臥位療法の効果が乏しい際は、気道圧開放換気（airway pressure release ventilation：APRV）を考慮したが、腹臥位療法中に循環動態の悪化は認めず、酸素化の急速な改善が得られた。第2病日にはP/F比が274まで改善し、胸部レントゲン写真で両側肺野の浸潤影の改善を認めたため、腹臥位療法を終了した。また、筋弛緩薬とPEEPを調整し、過剰な吸気努力を抑えた。第3病日にはP/F比の悪化なく、肺野の浸潤影はさらに改善したため、筋弛緩薬を終了し、以降は順調に人工呼吸器のウィーニングを経て第6病日に抜管した。第7病日にデキサメタゾンを終了したが、症状の再燃を認めなかった。医療保護入院として第8病日に精神科に転科、合併症や後遺症はなく、第21病日に酸素不要な状態で独歩退院した（図2）。

Ⅳ 考 察

塩素ガスは気道や肺胞における塩酸・次亜塩素酸などの毒性酸化化合物の生成と、さまざまな化学メディエーターを介した反応により、気道粘膜や肺実質を傷害する³⁾。臨床的には、低用量の曝露では粘膜刺激症状や反応性気道機能不全症候群（reactive airway dysfunction syndrome：RADS）を呈し、通常は対症療法により治癒する¹⁾が、高用量の曝露では咳嗽・喘鳴・血痰などの呼吸器症状から、まれに重症化し肺うっ血、ARDSによる高度の低酸素血症を引き起こす^{2,4)}。また一部の症例では、後遺症として慢性期のRADSや閉塞性換気障害が問題となる¹⁾。

塩素ガス吸入傷害の治療として、酸素療法に加えて、呼吸器症状やRADSに対する β 刺激薬吸入およびステロイド吸入・全身投与が推奨されている^{1,3)}。これに従い、自験例ではデキサメタゾンの全身投与を行った。一方で、文献的には重炭酸・ヘパリン・Nアセチルシステイン吸入やシベレスタットナトリウムの投与がみられる^{5~7)}が、いずれも症例報告であり、自験例では使用しなかった。

塩素ガス吸入傷害のARDS（Chlorine ARDS： Cl_2 -ARDS）について、動物実験では細気管支や肺毛細血管のうっ血・浮腫・壊死などの組織所見や、換気血流比ミスマッチ・シャント形成などの病態を認め、発症から72時間以内をピークとする高度な低酸素血症を特徴とする⁸⁾。 Cl_2 -ARDSについてPubMedと医学中央雑誌を渉猟した結果、会議録を含み十数件の症例報告があった^{4~16)}。全例気管挿管による人工呼吸療法が施行され、死亡例は

塩素ガス吸入による重症呼吸促進症候群に対して腹臥位療法が奏功した1例

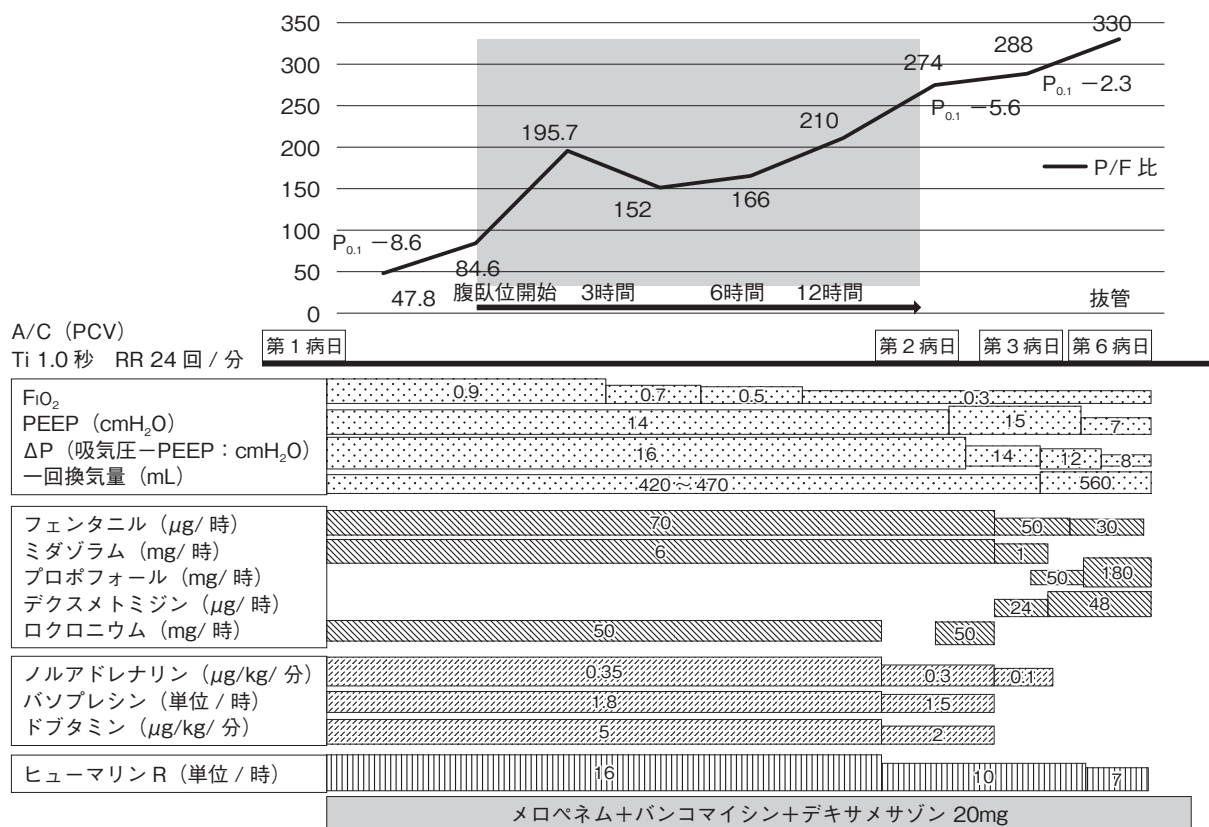


図2 搬入後経過

なく、人工呼吸器関連肺炎や気胸などの合併症により長期化した症例¹⁰⁾を除くと、比較的短期間で人工呼吸器を離脱し転帰は良好であった。また、きわめて重篤な低酸素血症を呈した症例については、3例にECMO^{9,11,12)}、1例にECMO+腹臥位療法¹³⁾、1例に腹臥位療法¹⁴⁾、1例に肺水腫の改善を期待した高流量血液濾過¹⁵⁾が施行された。

自験例ではP/F比を考慮すると、ECMOの適応であるが、家族の同意が得られなかった。重症ARDSでは、APRVや高頻度振動換気 (high frequency oscillatory ventilation: HFOV)、一酸化窒素吸入などの有効性も報告されているが、ガイドラインでは実施しないことを限定的だが推奨している。一方で、腹臥位療法は、P/F比200以下の中等症・重症ARDSはよい適応であり、連続12時間以上の施行が推奨されている^{17,18)}。とくに、Cl₂-ARDSのように72時間以内が低酸素血症のピークとされる病態では、酸素化の改善が期待できる腹臥位療法は第一に検討すべき呼吸管理の1つであると考えた。また、肥満患者での腹臥位療法は、非肥満患者に比べて酸素化改善が顕著で安全性は遜色なく¹⁹⁾、自験例においても、合併症なく十分な効果が得られた。

Ⅳ 結 語

重症Cl₂-ARDSの症例に腹臥位療法を施行して救命し得た。短期間に改善の可能性がある低酸素血症に対して、腹臥位療法は有用な選択肢であると考えられた。

本稿の要旨は、第45回日本呼吸療法医学会学術集会 (2023年、名古屋) において発表した。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) Evans RB : Chlorine : state of the art. Lung. 2005 ; 183 : 151-67.
- 2) Govier P, Coulson JM : Civilian exposure to chlorine gas : a systematic review. Toxicol Lett. 2018 ; 293 : 249-52.
- 3) White CW, Martin JG : Chlorine gas inhalation. Human clinical evidence of toxicity and experience in animal models. Proc Am Thorac Soc. 2010 ; 7 : 257-63.
- 4) Sickie DV, Wenck MA, Belflower A, et al : Acute health effects after exposure to chlorine gas released after a train derailment. Am J Emerg Med. 2009 ; 27 : 1-7.
- 5) Warren B, Royall N, Smith H, et al : Novel treatment of acute respiratory distress syndrome after chlorine gas inhalation injury.

塩素ガス吸入による重症呼吸促進症候群に対して腹臥位療法が奏功した1例

- Am Surg. 2016 ; 82 : e219-20.
- 6) 平林耕一, 鳥羽聡史, 関口幸男ほか: 次亜塩素酸ナトリウムを含むトイレ洗浄剤飲用による急性呼吸促進症候群の1例. 日救医学会誌. 2006 ; 17 : 256-61.
 - 7) 大森隆夫, 安井稔博, 三宅健太郎ほか: 新型ドクターカー出動で救命した高濃度塩素ガス吸入による急性呼吸窮迫症候群 (ARDS) の1例. 日救医学会中地方会誌. 2009 ; 5 : 19-22.
 - 8) Batchinsky AI, Martini DK, Jordan BS, et al : Acute respiratory distress syndrome secondary to inhalation of chlorine gas in sheep. J Trauma. 2006 ; 60 : 944-56.
 - 9) Chen TF, Wang CH, Hermes GL, et al : Chlorine inhalation injury with acute respiratory distress syndrome treated by extra-corporeal membrane oxygenation system. Glob J Med Clin Case Rep. 2020 ; 7 : 5-9.
 - 10) Babu RV, Cardenas V, Sharma G : Acute respiratory distress syndrome from chlorine inhalation during a swimming pool accident : a case report and review of the literature. J Intensive Care Med. 2008 ; 23 : 275-80.
 - 11) 角 拓也, 小林 和, 久志本成樹: 腹臥位療法を先行することなく呼吸ECMOを施行した塩素ガス中毒の1例. 日救医学会誌. 2021 ; 12 : 2213.
 - 12) 小田桐有沙, 斎藤淳一, 神庭 文ほか: 体外式膜型人工肺が奏功した急性薬物中毒に伴う重症呼吸不全の1例. 日本集中医誌. 2017 ; 1 : 31-2.
 - 13) 柿崎隆一郎, 加藤三四郎, 文屋尚史ほか: 塩素ガス吸入によるARDSに対しECMOと腹臥位療法を併用した一例. 日救医学会誌. 2019 ; 9 : 626.
 - 14) Mapp CE, Pozzato V, Pavoni V, et al : Severe asthma and ARDS triggered by acute short-term exposure to commonly used cleaning detergents. Eur Respir J. 2000 ; 16 : 570-2.
 - 15) Wang L, Wu D, Wang J : Chlorine gas inhalation manifesting with severe acute respiratory distress syndrome successfully treated by high-volume hemofiltration : a case report. Medicine (Baltimore). 2018 ; 97 : e11708.
 - 16) 大石祐希, 西浦嵩弥, 野間貴之ほか: 塩素ガス中毒によるARDSに対して気管支肺胞洗浄検査を行いステロイド投与せずに軽快した1例. 中毒研究. 2022 ; 4 : 353-4.
 - 17) Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, et al : Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. N Engl J Med. 2001 ; 345 : 568-73.
 - 18) 日本集中治療医学会・日本呼吸器学会・日本呼吸療法医学会 ARDS診療ガイドライン作成委員会: ARDS診療ガイドライン 2021. 日集中医誌. 2022 ; 29 : 295-332.
 - 19) De Jong A, Molinari N, Sebbane M, et al : Feasibility and effectiveness of prone position in morbidly obese patients with ARDS : a case-control clinical study. CHEST. 2013 ; 143 : 1554-61.