

●短 報●

震災時における呼吸療法の問題点と今後の対策 ～東日本大震災を経験して～

渡邊 繁¹⁾・河原田勉²⁾・石井 勉²⁾・氏家二郎²⁾

キーワード: 人工呼吸器, 冬季, 屋外, 酸素, 配管プラグ, アウトレット

はじめに

当院は福島県南部に位置し、地域周産期母子センターと重症心身障害児(者)施設を併せ持つ300余床の急性期病院である。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって震度6強の地震が観測されたが建物の倒壊はなく、電気・ガス・水道は確保された。一般病棟のある本館は病院機能を維持することができたが、別棟の重症心身障害児(者)病棟(以下、重心病棟)は室内外のガラス、天井、冷暖房設備が破損するなどの被害に見舞われた。震災当日は重心病棟、NICU、およびGCUで人工呼吸器22台が稼働していたが、それに加えて、震災後には被災した県内の病院から人工呼吸療法や酸素療法を施行している患者を多数受け入れることになった。この被災状況の中で、人工呼吸を含む呼吸療法を安定して提供するにあたり、当院が直面した問題点とその対応について報告する。

被災状況にて経験した呼吸療法の問題点と対応

1. 冬季屋外における人工呼吸

重心病棟は築30余年の木造であり、余震により倒壊する危険性があった。そのため本館での治療スペースを確保するまでの数時間、他の重心患者と同様に人工呼吸療法施行患者7名も屋外退避を余儀なくされた。もともと医療ガス配管のない古い病棟で必要に迫られ

て人工呼吸療法を開始した経緯があったため、人工呼吸器は全て内蔵バッテリーとエアーコンプレッサが搭載されており、人工呼吸は継続可能であった。しかし屋外へ配線する電源の確保が困難であることに加え、外気温との落差により呼吸回路内に結露が生じ、気道内湿度が低下することが懸念されたため、やむを得ず加温加湿器の電源を切り人工鼻を装着した。その後、折からの寒気も相まって患者の体温は徐々に低下し、毛布や湯たんぽにより体温保持に努めたが効果は得られず、結局屋外まで配線を延長することにより加温加湿器の使用を再開した。回路内に生じた多量の結露に対しては、熱線のない呼吸回路部の保温と頻回の結露水除去にて対処した。非常事態とはいえ、冬季屋外という低温環境下での人工鼻使用により体温低下が増長され、さらには無気肺等の発症につながる気道分泌物の性状変化をもたらすリスクを伴っていた。また今回は難を逃れたが、重心病棟以外の病棟で使用している人工呼吸器にはバッテリーやエアーコンプレッサ非搭載機種が多く、電気および医療ガス供給が絶たれた場合には安定した呼吸管理が継続できなくなるため、万一の場合の対応策を講じておく必要性を実感した。

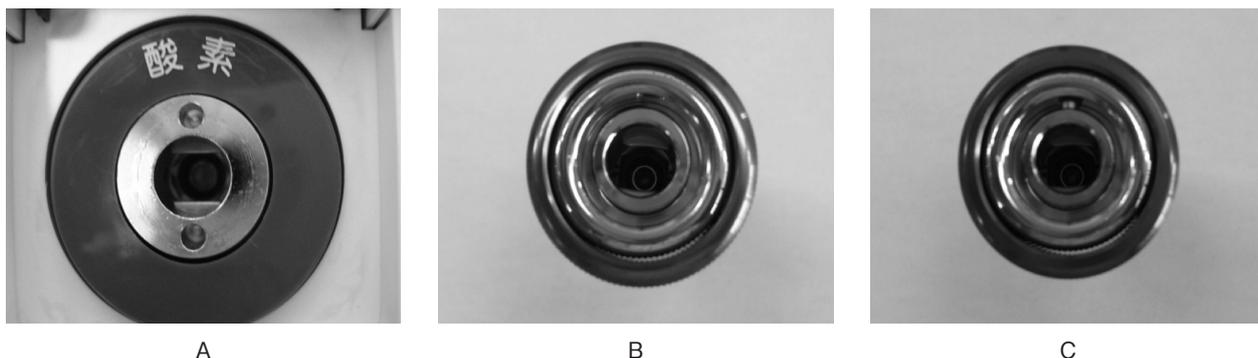
2. 酸素空気配管アウトレットの形状が異なる人工呼吸器

他の被災地からの人工呼吸療法中の患者の受け入れに際しては、同じ機種の人工呼吸器を提供できないことと、当院の保有台数に限りがあるという理由から、それまで使用していた人工呼吸器を患者搬送の際に一緒

1) 国立病院機構福島病院 臨床工学技士

2) 国立病院機構福島病院 小児科

[受付日: 2013年3月6日 採択日: 2013年6月25日]



A

B

C

Fig. 1 The three types of medical gas outlet used in medical facilities in Fukushima

A : Pin type (Kawaju type), B : Schroder type (Akoma type), and C : BOC type (Koike type).

Pin type is used in our hospital. Schroder type and BOC type are used in other medical facilities in Fukushima.



BOC type

Schroder type

Pin type

Fig. 2 The Y shape connector attached to different type of medical gas outlet

This connector can attach Pin type to BOC type and Schroder type of medical gas outlet. The caps of BOC type and Schroder type were colored pink and purple, respectively, in order not to violate the Japanese Industrial standard.

に搬入した。これらの人工呼吸器のアウトレット(Fig.1)は当院使用のものとは異なるタイプであったため、当院の稼働していない人工呼吸器の耐圧ホースを取り外し、それと付け替えることで一時的に対応した。ただ、この間ホースを取り外した人工呼吸器は使用不可能となり、緊急対応用の予備呼吸器がない時間帯が生じてしまったのが反省点として残る。搬入された人工呼吸器について医療機器メーカーおよび販売業者から消耗部品や取り扱い説明書等を提供していただき、さらには

同機種を保有する他院の臨床工学技士を通して操作・管理方法等の情報を補完することでトラブルなく安全に人工呼吸を継続することができた。

本経験を契機として、当県にて使用されている人工呼吸器のアウトレットを調査し、全ての人工呼吸器で使用可能なY字コネクタ、すなわち壁配管接続部を当院使用のピンタイプにし、シュレーダ型とBOC型の耐圧ホースが接続可能なコネクタを作製した(Fig.2)。また、日本工業規格(JIST7101)に抵触しないキャッ

プの色でそれぞれを区別できるように BOC 型をピンク色、シュレーダ型を紫色とした。

3. 医療ガス業者からの液体酸素の供給停止

震災により当院へ液体酸素を供給する工場が倒壊し、代替の工場からの供給も道路の寸断やガソリン不足により確保されなかったため、備蓄液体酸素が払底する恐れがでてきた。このため酸素使用量を抑制する目的で、ブリードガスに着目した対策を実行するとともに、酸素療法施行中の患者を再評価し、必要十分な酸素を供給できるよう優先順位を決定した。

医療ガス供給時には酸素濃度の精度を確保するためブレンダー内に一定流量のガスが流れていることが必要不可欠であり、このガスの一部は常に人工呼吸器から大気に放出されている。これらのガスの総称がブリードガス¹⁾といわれ、当院で保有している人工呼吸器を調査したところ、機種により異なるものの、 FiO_2 設定 0.21 : 0 L/min ~ 102L/min、 FiO_2 設定 0.6 : 0 L/min ~ 1,203L/min、 FiO_2 1.0 : 0 L/min ~ 2,418L/min の酸素がブリードガスとして大気へ放出されることが判明した。これをもとに、 FiO_2 設定が 0.21 で非接続アラームが発生しない人工呼吸器の酸素パイピングを外し、酸素使用量の抑制を図った。

次に各科主治医と協議の上で酸素使用患者の評価を行い、酸素減量対象患者の選定を行った。バイタルサインの観察をベースに SpO_2 値を酸素減量の基準に用い、95%を目安にして下限 93%まで減量することが可能な患者群をこれまでの経緯および当時の呼吸循環機能を念頭において検討した。第一候補患者群として長期人工呼吸管理中の小児および成人患者を選出し、 SpO_2 低下時には適時呼吸器設定の調整を行うこととした。第二候補には長期経鼻微量酸素治療患者で中等症以上の心不全のない小児・成人患者を選定した。第三候補は低酸素性虚血性脳症や中枢神経系に先天異常のある新生児で、痙攣による低酸素発作を抗痙攣薬の調整により抑制することとした。第四候補は、 SpO_2 が安定した慢性肺疾患児と無呼吸発作に対して微量酸素投与している新生児とした。最後の第五候補として状態の安定している急性期人工呼吸管理新生児患者を選定した。一方、酸素減量を行わない患者としては、減量により直ちにチアノーゼが出現する重症慢性肺疾患等の呼吸器疾患患者および重症心不全患者とした。

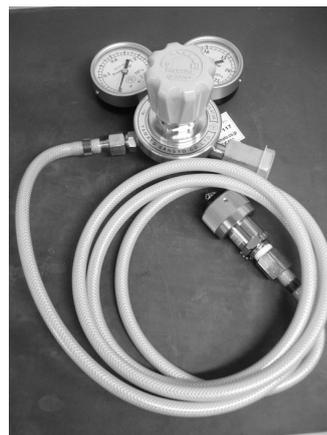


Fig. 3 The original air pressure regulator in our hospital Compressed air cylinders in our hospital are huge and hard to move. Therefore, the long pressure resistant hose was attached to the air pressure regulator to connect easily.

実際には、第一候補および第二候補群までの患者に対して投与酸素減量を実施したが、病像の悪化を伴うことなく酸素使用量を軽減し得た。

これらの対策により液体酸素マノメータの低下速度は理論上遅延することが期待されたが、液体酸素使用減少量の厳密な評価は行っておらず、今後の課題として残る。

今後の万が一の震災に備えた取り組み

今回の震災の経験から、被災時であっても人工呼吸を継続可能にするため、非常時に備えた機器を整備した。圧縮空気ポンベの備蓄状況は当院では 7,000L の大きいサイズのみであり、耐圧ホースを長めに加工するとともに空気用減圧弁を作製した (Fig. 3)。医療ガスポンベを使用する際には減圧弁は必要であるが、酸素用減圧弁のみならず空気用減圧弁も非常に重要である。酸素ポンベのみで人工呼吸器を稼働した際には患者には 100% の濃度の酸素が供給され、酸素による急性肺障害や新生児での網膜症の危険性が生じるが、空気用減圧弁を用いることで酸素濃度を下げることが可能になり、これらの危険性が回避できる。さらに非常時には有限の酸素ポンベを長期に使用する目的でも空気用減圧弁を使用して酸素濃度を下げることが有用である。

次に遮断弁による非常時供給エリア制限を導入した。遮断弁 (shut-off valve) には送気操作用 (main valve) と区域分離用 (zone valve) の 2 種類があるが、zone valve を用いて酸素供給エリアを限定することで液体

酸素の消費量を制御できる。ただし、この際には制御される区域をスタッフへ十分周知させることが必要不可欠である。

ま と め

想定外な経験を教訓として当院では震災後、屋外での人工呼吸が可能な機器を購入した。

また使用経験のない他施設の医療機器や異なった消耗部品であっても、日頃からの留意が必要である。様々なトラブルの解決の過程で最も頼りになったのは他施設の医療スタッフや医療機器メーカーと販売業者の方々の協力である。

災害はいつ発生するかは不明であるが故に、非常時に備えた呼吸療法の対策と知識、施設間および異業種間でのネットワークの構築が必要と思われる。

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

引用文献

- 1) 吉岡 淳, 中根正樹, 川前金幸: 空気-酸素ブレンダーに起因する酸素配管への酸素混入トラブル. 人工呼吸. 2012; 29: 256-60.