

東日本大震災直後での山形大学医学部附属病院 救急部の診療状況

伊関 憲¹⁾, 林田昌子¹⁾, 清野慶子¹⁾, 岩下義明¹⁾, 篠崎克洋¹⁾

¹⁾山形大学医学部救急医学講座

【抄 録】

平成 23 年 3 月 11 日におこった大地震の後、山形県内の大部分は停電となった。当院では非常用電源を用いたため、救急患者の受け入れが可能となった。この震災直後に来院した患者について検討を行った。

【方法】3月11日14時46分より12日24時までに当院救急部を受診した患者を対象とした。調査内容は来院時間、来院方法、疾患名である。さらに来院した一酸化炭素中毒と在宅酸素療法（HOT）、在宅人工呼吸療法（HMV）の患者についても検討した。

【結果】この期間に来院した患者は69名であり、このうち救急隊により搬送された患者は29名（42%）であった。重症外傷は4名であり、うち1名は緊急手術となった。一酸化炭素中毒は10名、HOTは5名とHMVの患者は2名来院した。

【考察】山形市内の多くの病院が震災の影響で、診療対応が整わないため当院で救急車の大部分を受け入れることとした。重症外傷は4名であり、一酸化炭素中毒の患者は10名であった。原因は暖をとるための、練炭や発電機の使用であった。余震のため高圧酸素療法を行わない方針とし、大気圧下酸素吸入療法をおこなった。その後遅発性脳症を呈した症例は無かった。また、HMVの2名は来院後直ぐに入院となった。HOTの患者は外来で酸素投与を行い、4名が帰宅し1名は入院となった。

山形市内は震災直後より気温が氷点下となり、寒冷期の災害であるため一酸化炭素中毒が多く発生した。一方、停電よりHMVやHOTの患者は危機に瀕することは以前から報告されており、行政と病院、在宅酸素供給業者が平時より対策方法を協議しておく必要がある。

キーワード：東日本大震災、一酸化炭素中毒、高圧酸素療法、在宅酸素療法、在宅人工呼吸療法

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方・太平洋沖地震は、マグニチュード 9.0 という未曾有の地震であり、東北地方の沿岸部に大津波を発生させ甚大な被害を及ぼし東日本大震災と呼ばれるようになった¹⁾。山形市では震度 5 強を観測し、その後米沢市、鶴岡市、小国町、川西町、三川町の一部、飛鳥を除く山形県内で大停電を引き起こした。

当院においては非常用電源を用いて、医療業務に支障が出ないようにした。救急部では、この後震災に関連した傷病者が搬送されてくることを想定し、対応に当たった。また、当院は県内の三次救急病院として、地震発生より積極的に救急患者の受け入れに努めた。今回は、大震災により来院した患者の調査を行い、その対応と問題点について検討を行った。

【対象と方法】

東日本大震災が発生した 3 月 11 日 14 時 46 分より 12 日 24 時までに当院救急部を受診した患者を対象とした。来院時間を病院の日勤帯(8 時～17 時)、準夜帯(17 時～0 時)、深夜帯(0 時～8 時)にわけ、それぞれの時間帯について来院方法、疾患名について救急部診療録を用いて調査した。

さらに、一酸化炭素中毒と在宅酸素療法(home oxygen therapy; 以下 HOT) と在宅人工呼吸療法(home mechanical ventilation; 以下 HMV) の患者について検討した。一酸化炭素中毒については来院時間、年齢、性別、搬送

した救急隊、来院時の一酸化炭素ヘモグロビン濃度(以下:CO-Hb)、主訴を調査した。また、HOT と HMV の患者についても来院時間、年齢、性別、来院方法、居住地を調査した。

3 月 11 日 14 時 46 分より 12 日 24 時までに当院救急部を受診した患者は 69 名であった(表 1)。このうち救急隊により搬送された患者は 29 名(42%)であった。内訳は山形市消防署 8 名、上山市消防署 7 名、西村山消防署 4 名、村山市消防署 3 名、東根市消防署 1 名であった。また、入院となった患者は 14 名(20%)であった。

疾患別に検討すると心肺停止患者は 2 名であったが、いずれも震災との関連はなかった。また、入院や手術を必要とする外傷患者は 4 名であり、①震災直前に工場でベルトコンベアに挟まれ右橈尺骨開放性骨折、コンパートメント症候群、② 50cc バイクで転倒、右多発肋骨骨折、血気胸、右腓骨骨折の多発外傷、③自宅で転倒し外傷性くも膜下出血、④自宅で転倒し右大腿骨頸部骨折の症例であった。また、過換気やパニック障害の精神症状を訴えて来院したのは 3 名であった。

一酸化炭素中毒が 10 名、HMV と HOT の患者が 7 名であり、これらの患者について検討をおこなった。

(1) 一酸化炭素中毒(表 2)

一酸化炭素中毒の症例の 10 名はすべて救急隊により搬送となっていた。この原因は、停電のために用いた発電機、練炭、石油ストーブであった。このため家族で発症し、6 事例 10 症

【結果】

表 1 東日本大震災後に当院救急部を受診した患者の内訳

	3月11日14時46分 ～17時	11日17時 ～12日0時	12日0時 ～8時	8時 ～17時	17時 ～24時	合計
来院患者数	3	12	11	36	7	69
救急隊搬送	3	5	8	11	2	29
入院	2	4	3	2	3	14
心肺停止	0	0	1	1	0	2
一酸化炭素中毒	0	0	5	5	0	10
在宅酸素療法	0	3	2	0	0	5
在宅人工呼吸	0	2	0	0	0	2
外傷	2	0	1	1	0	4
精神症状	0	1	1	1	0	3

表2 来院した一酸化炭素中毒患者の内訳

事例	症例	来院日時		場所	年齢	性別	原因	CO-Hb (%)	症状
1	1	3月12日	4:51	東根	63	男	発電機	14.8	脱力感
	2	3月12日	4:51	東根	57	女	発電機	13.3	嘔吐、下痢
	3	3月12日	4:51	東根	9	男	発電機	25.4	一過性意識消失
2	4	3月12日	4:55	西村山	42	男	発電機	23.9	一過性意識消失 転倒、痙攣
3	5	3月12日	6:50	村山	59	男	石油ストーブ	36.9	一過性意識消失
4	6	3月12日	10:34	山形	79	女	練炭	24.5	一過性意識消失
	7	3月12日	10:34	山形	78	男	練炭	32.1	なし
5	8	3月12日	13:00	山形	79	女	練炭	14.8	気分不良
6	9	3月12日	14:00	西村山	61	男	練炭	13	気分不良
	10	3月12日	14:00	西村山	78	女	練炭	17.9	気分不良

例となった。一名の小児を除いては高齢者が多く、さらに山形市蔵王成沢や西村山地域、東根市、村山市の症例が多数を占めた。来院時のCO-Hbは13%以上であった。ほとんどの症例で一過性意識消失や気分不良などの症状を呈していた。治療として高圧酸素療法を行わないこととしたため、外来でリザーバマスクを用いて高流量酸素投与を行い、CO-Hbが数%となった時点で帰宅とした。入院したのは痙攣をおこした症例4のみであった。

(2) 在宅酸素療法および在宅人工呼吸療法(表3)

HMVとHOTを行っている7名の患者が来院した。いずれの症例も当院に通院中の患者であった。HMVを行っている2名は救急隊により搬送され、HOTの5名は自家用車にて来院した。転帰としてはHMVの2名とHOTの1名は入院し、4名は停電が解除された時点で帰宅とした。

【考察】

山形大学医学部附属病院では、震災当初から12日にかけて72症例の患者を受け入れた。震

災直後に救急隊より受け入れ要請があった症例は、東根市の工場でベルトコンベヤーに巻き込まれた外傷症例であった。山形大学医学部、及び附属病院での非常用電源の動力源が重油と天然ガスであり長時間の電力の供給が見込まれた。一方で市内の多数の病院では重油、または軽油の手配ができないため、非常用電源の持続時間が危ぶまれていた。このため病院長の許可のもと、山形市消防署と上山市消防署に連絡を入れて積極的に救急車の受け入れを行うこととした。救急車との連絡については、通常は携帯電話で行っている、しかし、携帯電話が役に立たない状態であり、連絡を無しに病院へ到着する救急車もあった。また、救急車から消防署の災害優先電話を介して連絡が行われることもあり、今後の反省点としてはこのような災害時において現場の救急車と病院との連絡方法を地域で決めておく必要があると思われた。

さらに、一般市民においても消防署や病院に連絡手段がなく、患者がいきなり来院することもあった。11日の夜半まで停電による交通渋

表3 来院した在宅人工呼吸療法(HMV)と在宅酸素療法(HOT)患者の内訳

来院日時	来院方法	住所	年齢	性別	原疾患	酸素投与方法	転帰
3月11日 17:34	救急車	上山	75	男	ALS	HMV	入院(9:30)
3月11日 18:13	自家用車	山形	79	女	間質性肺炎	HOT	帰宅(14:30)
3月11日 19:30	救急車	上山	8	女	先天性ミオパシー	HMV	直接入院
3月11日 20:08	自家用車	山形	76	男	肺結核後遺症	HOT	帰宅(21:10)
3月11日 20:13	自家用車	山形	65	女	慢性呼吸不全	HOT	帰宅(20:00)
3月12日 8:22	自家用車	山形	80	男	COPD	HOT	入院(20:00)
3月12日 10:11	自家用車	山形	64	女	間質性肺炎	HOT	帰宅(19:30)

ALS:筋萎縮性側索硬化症 COPD:慢性閉塞性肺炎患

滞があったために、軽症者の来院は少なかった。また、全体で調査期間の患者の約40%が救急車で来院していた。山形市内では12日19時頃まで停電が継続しており、軽症患者は受診できる状況ではなかったものと思われる。

当院の医療圏内では、外傷患者が少なかった。当院に搬送された患者でも明らかに震災の影響と思われる多発外傷は、上山市内で信号機が作動しないことにより生じた交通外傷のみであった。一方で一酸化炭素中毒の患者が多発したのが特徴的であった。

これまでの災害医療において、寒冷地においては一酸化炭素中毒が発生することが報告されている²⁸⁾。今回の震災が発生した時点では、山形市内の外気温は1℃であり、16時には氷点下以下となった。このため各家庭では暖をとるために、発電機や練炭を用いたものと思われる。火鉢で練炭を炊くという方法は、古くは行われてきたが現在では一般的ではない。このため、高齢者が主体となって行い、中毒に至ったと考えられた。発電機も農業を営む家庭で所有していることから、村山地方の農村地帯で一酸化炭素中毒が発生した。

最初に当院に一酸化炭素中毒の連絡が入ったのは、11日21時30分頃山形県立河北病院からの受け入れ要請であった。災害対策本部にて病院長と協議した結果、高圧酸素療法は震災が落ち着くまで行わない方針とした。このため他の病院からの一酸化炭素中毒の転院は、重症患者に限って受け入れることとした。

一酸化炭素中毒では、現場の死亡だけではなく、遅発性脳症が問題となる。遅発性脳症の発症予防には、古くから高圧酸素療法が有効であるといわれている。一方で、大気圧下酸素吸入療法でも発症率が変わらないという報告があり有効性については結論を得ていない⁹⁾。今回は余震が続く中で高圧酸素療法を行うことの安全性が確保できないため、大気圧下酸素吸入療法を行うこととした。岩手や宮城の震源地に近い病院では、高圧酸素装置が地震により移動し、

壁に衝突したこともあり安全性の面からは行わない方針でよいと思われた。

大気圧下酸素吸入療法についても、一定の方法が決まっていない。今回我々はCO-Hbが可能な限り5%未満まで低下した時点で、遅発性脳症が発生したときの説明書を渡し帰宅させることとした。当初は数日後に来院させて脳MRI検査を行う予定であったが、引き続きおこった深刻なガソリン不足のため中止とした。以後、遅発性脳症に関する連絡は来ておらず、発症はなかったものと思われる。

また、高圧酸素療法には大量の酸素を必要とする。当院に導入されていた第1種高気圧酸素装置Bara Med(小池メディカル)では、通常使用している2気圧を1時間維持するプログラムを用いると、15,700ℓの酸素を必要とする。これは液体酸素に換算すると20.1ℓとなる。当院には8,800ℓの液体酸素のタンクが常設されており、(株)山形酸素より液体酸素が供給されている。幸運にも今回の震災の前に3月11日の午前中に補充されていた。液体酸素の基地は宮城県の松島付近にあり今回の震災により被害を受けたため、しばらくの間搬入の目途が立っていなかった。結局次の搬入は、3月18日であり、新潟から行われた。当院の通常の液体酸素の使用量は1日の使用量=400-500m³であり、今回の震災の間も変わらず400-500m³が使用されていた。このことを考えると災害下で高圧酸素療法を行う際には自施設の液体酸素の残量と今回の搬入日を計算しながら行わなければならない。

一酸化炭素中毒の診断には、血液ガス分析装置を用いた。また一酸化炭素中毒のスクリーニングには、パルスCOオキシメーターが有用であった^{10,11)}。実際には、症例6が一過性意識障害のため搬送され、動脈血血液ガス分析上でCO-Hb 14.8%と一酸化炭素中毒を診断された。念のため、夫(症例7)をパルスCOオキシメーターで測定したところ、SpCOは26-28%であった。このため、動脈血血液ガス分析を試行した

ところ、無症状であるにもかかわらず CO-Hb 32.1%と非常に高濃度であることがわかった。このように災害下で一酸化炭素中毒が多発した状態では、パルス CO オキシメーターでスクリーニングを行い、疑わしい症例で動脈血血液ガス分析を行い診断していくことが望ましい。

次に、HMV や HOT の患者への対応であり、震災の急性期には早期の対応が必要となる。阪神・淡路大震災や新潟県中越地震においても問題になった^{12,16}。今回は当院には HMV や HOT の患者が7名来院した。時刻的には HMV を施行している2名は、停電後に救急隊と連絡が取れた時点で来院したものと思われた。人工呼吸器の災害時の問題点は、停電により器械の停止がおこり、致死的となりうる可能性である¹²⁾。今回の HMV の2名は家族が手動的に換気をすることも可能であり、小児の1例は直ぐに入院となった。

一方、HOT の患者は、11日の準夜帯に3名、12日の午前中に2名来院した。HOT の患者は自宅で酸素濃縮器を用いているが、停電になったため非常用の電源や予備の酸素ボンベが不足したための来院であった。停電はやがて改善するだろうと思い、HMV の1例と残りの HOT5名は11日の夜は救急部で過ごすこととなった。しかし、12日になっても市中の停電は改善せず、HMV の1例は入院し、HOT の症例は酸素投与を行い経過観察した。午後になって停電が徐々に改善してきたため、1名は帰宅となった。20時の段階で停電から復旧した地域が多くなったため、病院長と相談して3名は帰宅し、1名は入院となった。この外来での酸素投与には利点と欠点がある。利点としては多くの HOT の患者を受け入れることができることである。外来には酸素の配管が通っており、さらに処置用のベッドがあるため多数の HOT の患者の受け入れが可能である。欠点としては食事が出ないことであった。入院扱いではないため病院食はなく、看護部や栄養管理課が救急部に持参してくれたおにぎりを分け合って食べるこ

ととなった。また、外来を開けることで臨時に看護師を配置せねばならなくなった。この教訓があったため、4月7日の余震による停電の際では、病院長の判断のもと来院した HMV や HOT を全て入院とした。この停電より山形県内では尾花沢市で HOT の患者が死亡した事例があり、災害時には HMV や HOT の患者を積極的に病院で受け入れる必要があると思われた。今後も HOT の患者が増加していくことが予想され、また大学病院という特殊性からも HMV の患者も増えていくと考えられる。災害時での対応を病院と患者で確認しておくことが必要であり、地域においては行政と病院、さらには在宅酸素供給業者と患者名簿の確認と対策方法を協議しておく必要がある¹³⁾。

【結語】

3月11日の地震直後より、12日にかけて当院救急部では多くの患者を受け入れた。特徴的であったのは一酸化炭素中毒の患者であった。また HMV や HOT の患者に対しての受け入れも行った。今回の問題点を教訓にさらなる災害対策としていきたい。

参考文献

- 1 : Normile D: Devastating earthquake defied expectations. Science 2011; 331: 1375-1376
- 2 : Lutterloh EC, Iqbal S, Clower JH, Spiller HA, Riggs MA, Sugg TJ, et al.: Carbon monoxide poisoning after an ice storm in Kentucky, 2009. Public Health Rep. 2011; 126 (Suppl 1):108-115
- 3 : Chen L, HuiLai M: Risk factors of nonoccupational carbon monoxide poisoning during the 2008 ice storm in Guiyang County, Hunan Province, China. Public Health Rep. 2010; 125: 605-610
- 4 : Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Carbon monoxide exposures after hurricane Ike-Texas, September 2008. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2009 ; 58: 845-849
- 5 : Cox R, Amundson T, Brackin B: Evaluation of the

- patterns of potentially toxic exposures in Mississippi following Hurricane Katrina. Clin Toxicol (Phila). 2008 ; 46: 722-727
- 6 : Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Carbon monoxide poisonings after two major hurricanes--Alabama and Texas, August-October 2005. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2006; 55: 236-239
- 7 : Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Carbon monoxide poisoning after hurricane Katrina--Alabama, Louisiana, and Mississippi, August-September 2005. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2005; 54: 996-998
- 8 : Cukor J, Restuccia M: Carbon monoxide poisoning during natural disasters: the Hurricane Rita experience. J Emerg Med. 2007; 33: 261-264
- 9 : 合志清隆 : 急性一酸化炭素中毒の治療の現状と課題. 日職災医誌 2008 : 56 : 131-134
- 10 : 増野智彦, 横田裕行 : 一酸化炭素中毒と SpCO 非観血的モニターを用いた血中一酸化炭素濃度測定 (SpCO) の意義. 臨床麻酔 2009; 3528-3534
- 11 : 永野達也, 伊関憲, 仁木敬夫, 鈴木明日美, 川前金幸 : Pulse CO-Oximetry の使用経験. 麻酔 2008; 57: 621-623
- 12 : 山本昌司, 上田耕蔵, 石原享介 : 在宅人工呼吸器装着患者への対応. 呼吸器科 2006; 10: 96-102
- 13 : 山本昌司 : 阪神淡路大震災の教訓 - 在宅酸素療法患者の安否確認とその対応マニュアルの作成と地域に適した対策を -. 日呼管誌 2006; 15: 345 - 347
- 14 : 長谷川幹, 石原享介, 羽白高, 梅田文一 : 大規模災害と在宅酸素療法 - 阪神・淡路大震災の現場から -. 日呼管誌 1995; 5: 101 - 105
- 15 : 大山幸雄, 伊藤史, 今井弘子, 酒井章, 大橋悦夫, 大谷昌伸, 他 : 災害時の緊急対応 - HOT プロバイダーの役割 (新潟県中越地震) -. 日呼管誌 2006; 15: 339 - 344
- 16 : 石原享介 : 大規模災害時の呼吸管理 : 在宅酸素療法を中心に. 呼吸 2002; 21: 997-1001

Clinical services in the emergency department of Yamagata University Hospital after the Great East Japan Earthquake

**Ken Iseki ¹⁾, Akiko Hayashida ¹⁾, Keiko Seino ¹⁾,
Yoshiaki Iwashita ¹⁾, Katsuhiko Shinozaki ¹⁾**

*¹⁾ Department of Emergency and Critical Care Medicine,
Yamagata University, School of Medicine*

ABSTRACT

Immediately after the Great Earthquake on March 11, 2011, electrical power was disrupted for over 24 hours in most parts of Yamagata prefecture. Because Yamagata University Hospital was equipped with a reliable emergency power source system, our emergency department was prepared to provide ambulances and accept patients in need of emergency care.

AIM : We examined the clinical features of patients admitted to the emergency department, from the time of onset of the earthquake to the next day.

METHODS: Patients admitted to the emergency department were identified, and data on the time of admission, disease, mode of transportation to the hospital, etc., were examined.

RESULTS : We examined 69 patients during the course of this study. Of these, 29 patients were transferred by ambulances, and 14 were hospitalized. Ten patients showed acute carbon monoxide poisoning. Carbon monoxide exposure sources included gasoline-powered electric generators and coal briquette. These patients were treated using normobaric oxygen therapy and not hyperbaric oxygen therapy. Two patients maintained on home mechanical ventilation (HMV) and 5 patients who received home oxygen therapy (HOT) also visited the emergency department.

CONCLUSION : Carbon monoxide poisoning occurs in post-disaster situations because of the reasons described above. Hyperbaric oxygen therapy could not be administered because of the earthquake aftershocks. On the other hand, patients maintained on HMV and those who received HOT faced crisis because of battery failure and depleted oxygen supply, respectively. Therefore, a good communication between municipal office, doctors, and companies providing HMV and HOT services is important for preparation before a crisis on a daily basis.

Key words : East Japan Great Earthquake, disaster, carbon monoxide poisoning, hyperbaric oxygen therapy, home mechanical ventilation, home oxygen therapy