

## ●原 著

## 「携帯型加圧装置」を用いた緊急高圧酸素治療に関する研究

齋藤 繁\*<sup>1)</sup> 後藤 文夫\*<sup>1)</sup> 木谷 泰治\*<sup>2)</sup>

減圧症（高所障害を含む）や一酸化炭素中毒の患者に対しては、緊急の高気圧酸素治療が予後改善のために有効である。しかし、これらの症例を発生現場から加圧治療装置を備えた医療機関に搬送するには、長時間を要することが希ではない。携帯型加圧装置は発生現場から治療を開始し、治療の遅れを最小限にするために開発された。今回の研究では、急性の高所障害に罹患した11例の症例に対して二つの異なった携帯型加圧装置を用いて治療し、その効果を検討した。二つの機器（Chamberlite 15, Gamow Bag）は、何れも患者の症状改善に有効であり、リバウンド現象も認められなかった。今後、機器の耐久性向上を図り、加圧システムに改良を加えることより、こうした機器を一般の救急医療に応用することが可能になると思われる。

キーワード：緊急加圧治療，一酸化炭素中毒，高所障害

### Emergency Hyperbaric Therapies with The Transportable Hyperbaric Chambers

Shigeru Saito, Fumio Goto, Yasuharu Kitani  
Department of Anesthesiology & Reanimatology,  
Gunma University School of Medicine  
3-39-22, Showa-machi, Maebashi, 371-8511, JAPAN

For the patients of decompression sickness (including high altitude disorders) or carbon monoxide intoxication, emergency application of hyperbaric oxygen therapy is effective to improve the prognosis. However, very often, it takes very long time to transport the patients from the site of accident to a medical service with hyperbaric chamber. Transportable hyperbaric chambers have been devised to start the therapy from the site of accident and to minimize the delay. In the present study, we examined effects of the pressurizing therapy for the patients of high altitude disorders (n=11), using two different types of transportable hyperbaric chamber, Chamberlite 15 and

Gamow Bag. Both chambers were effective to improve the symptoms of the patients and no rebound effect was observed after the end of therapy. It is considered that further improvement in the fabric durability and the pressurizing devices makes these devices applicable to routine clinical uses.

#### Keywords :

Emergency Hyperbaric Therapy  
Carbon Monoxide Intoxication  
High Altitude disorder

#### はじめに

減圧症（高所障害を含む）や一酸化炭素中毒の患者に対しては、緊急の高気圧酸素治療が予後改善のために有効である<sup>1)</sup>。しかし、こうした症例はレジャー活動の行われる離島や、山間部で発生す

\*1) 群馬大学医学部附属病院麻酔科蘇生科

\*2) 群馬大学医学部附属病院手術部

群馬大学医学部附属病院  
〒371-8511 前橋市昭和町3-39-22  
受付日 2001年12月20日  
採択日 2002年2月27日

ることが多く、発生現場から加圧治療装置を備えた医療機関に搬送するには、長時間を要することが希ではない。そこで、発生現場から治療を開始し、治療の遅れを最小限にするために携帯可能な加圧装置が開発されている<sup>2)~4)</sup>。特に、高所障害に対応する加圧治療は、比較的低い加圧レベルでも有効性が高いため、簡易な加圧装置が既に現場で広く使用されるようになりつつある<sup>5)</sup>。今回の研究では、急性の高所障害に罹患した11例の症例に対して二つの異なった携帯型加圧装置を用いて治療し、その効果を検討した。

## 方 法

### 1. 2psi (14psi=1kg/cm<sup>2</sup>=0.98Mpa) 加圧

海拔3700m (気圧約480mmHg, 静岡県) の地点において急性高山病に罹患した5名、および海拔4000m (気圧約460mmHg, 中華人民共和国新疆ウイグル自治区) の地点において急性高山病に罹患した3名に対して、Gamow Bag<sup>TM</sup> (Du Pont Inc., Wilmington, DE; 図1) による加圧治療を行った。この際、ソーダライムキャニスターを組み込んだ呼吸回路を使用し (Dryden Corp., Indianapolis, IN; 図2), タンク内の炭酸ガス濃度上昇を予防した。加圧 (2psi) および加圧後の換気は足踏みポンプによって行った。海拔3700mの地点において治療を受けた患者のうち、3名では小型の酸素ポンペをタンク内に入れ、少量の酸素吸入 (毎分1ℓ) を併用した。病態の評価は、高山病スケール<sup>6)</sup>と動脈血酸素飽和度により行った。動脈血酸素飽和度はパルスオキシメーター Pulsox-5, または Pulsox-7 (Minolta Inc., Tokyo) を使用して計測した。

### 2. 8-15psi加圧

海拔3700m (気圧約490mmHg, 静岡県) の地点において急性高山病に罹患した3名に対して、Chamberlite 15<sup>TM</sup> (Hyperbaric Technologies Inc., NY; 図3) による加圧治療を行った。加圧 (8~15psi) および換気には、レジャーダイビング用の圧縮空気ポンペ (10ℓ) を2本使用した。最大加圧レベルは動脈血酸素飽和度が100%に達した最初のレベルに留めた。耳痛などの不快な症状を患者が訴え、加圧停止によっても症状が改善しない場合は、一旦減圧し、不快な症状が出現しない最大の圧を最大加圧レベルとした。加圧及び減圧の

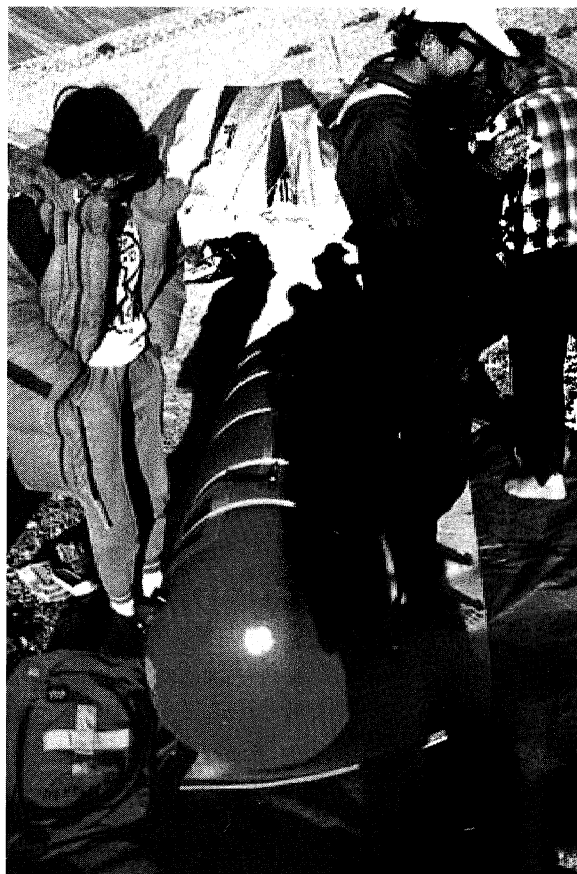


図1 Gamow Bagを用いた加圧治療

加圧および換気は足踏みポンプを用いて人力で行われる。患者の様態は観察窓を通じて常時監視される。

速度は毎分2psi以下とし、耳痛等の不快な症状が自覚された場合は速度を落とした。収容された患者はタンク内において100%酸素をタイトなフェースマスクを通して吸入した。酸素はタンク外に設置したポンペより供給した。タンク内の酸素濃度は酸素濃度計 (STX-70; Industrial Scientific Corp, Oakdale, CA) でモニターした。病態の評価は、高山病スケールと動脈血酸素飽和度 (Pulsox-7; Minolta Inc., Tokyoにより測定) により行った。

## 結 果

二つの機器 (Gamow Bag, Chamberlite 15) は、何れも患者の症状改善に有効であり、リバウンド現象も認められなかった (表1)。

Gamow Bag内に滞在中の訴えは、耳痛2名、温度の不快3名、床の不安定感3名であった。

Chamberlite 15内に滞在中の訴えは、耳痛1名、

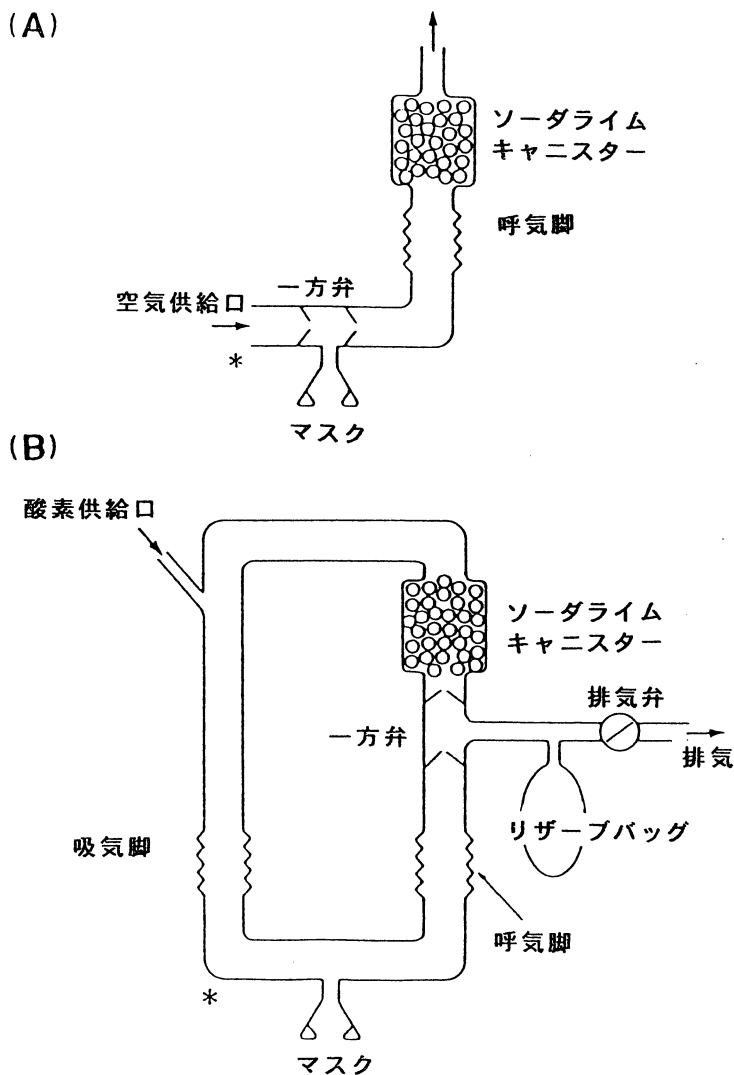


図2 ソーダライムキャニスター（炭酸ガス吸収装置）を備えた呼吸回路  
 (A) 酸素を用いない場合 (B) 酸素を用いる場合

加圧中の呼気抵抗1名、温度の不快感1名、床の不安定感2名であった。何れの加圧器での訴えも、一時的ないしは軽度のものであった。

考 察

急性高山病や高地肺水腫、脳浮腫などの高所障害に対しては、酸素再圧が有効である<sup>7)</sup>。治療としては緊急下山が原則であるが、様々な環境要因により移動が困難な場合が少なくない。そうした場合には加圧機器による治療が有効であり、多くの人々が訪れる高所のリゾートでは再圧室を設置している例もある。高所障害に対する空気加圧治療

および酸素投与を併用した酸素加圧治療では、他の高圧酸素治療適応疾患のような高い圧力は必ずしも必要ではなく、ほとんどの場合は加圧後の圧力が平地での大気圧に匹敵する程度の加圧で十分であると考えられる<sup>5)</sup>。従って、簡易な加圧装置による低圧の加圧であってもかなりの有効性が確保される。Gamow Bagはこのような事情を勘案して作成され、高い携帯性を持たせることにより、現在、登山遠征隊などに広く使用されている<sup>8)9)</sup>。一方、Chamberlite 15は、医療機関での高圧酸素治療に匹敵する加圧治療を携帯可能なタンクで実現させるために開発されたものであり、高い圧力が治



図3 Chamberlite 15 を用いた加圧治療

加圧は潜水用の圧縮空気ポンペにより行われる。収容された患者は、外部の酸素ボンベから供給される酸素をタイトなフェースマスクを介して呼吸する。患者の様態は観察窓を通じて常時監視される。

表 1

症例	年齢(才)	性別	標高(m)	最大加圧(psi)	治療時間(分)	酸素使用	高所障害スコア		動脈血酸素飽和度(%)	
							治療前	後	治療前	後
1	47	男	3700	2	30	無	13/20	6/20	71	87
2	32	男	3700	2	30	無	15/20	7/20	75	81
3	41	男	3700	2	30	有	11/20	7/20	81	90
4	27	男	3700	2	32	有	10/20	5/20	82	89
5	48	男	3700	2	32	有	16/20	8/20	69	84
6	33	男	4000	2	45	無	5/20	2/20	88	91
7	36	男	4000	2	45	無	11/20	6/20	84	92
8	35	男	4300	2	60	無	18/20	9/20	74	90
9	26	男	3700	8	29	有	12/20	4/20	81	83
10	27	男	3700	15	40	有	13/20	3/20	72	87
11	46	男	3700	9	30	有	11/20	6/20	78	82

標高は治療の行われた地点の標高を示す。治療時間には加圧・減圧の時間（各2～8分程度）を含む。治療後の高所障害スコアおよび動脈血酸素飽和度は、加圧タンクによる治療終了後1～2時間経過後の値を示す。症例1～8は、Gamow Bagにより加圧が行われた。症例9～11はChamberlite 15により加圧が行われた。

表 2 Gamow BagとChamberlite 15の比較

	重量	容量	最大加圧	加圧・換気方式
Gamow Bag	3.8kg	500 ℓ	2psi	人力（足踏み）
Chamberlite 15	20kg	480 ℓ	15psi	圧縮空気（ポンペ）

14.22psi= 1 kg/cm<sup>2</sup>=0.98Mpa

療のために必要な潜函病や重度の一酸化炭素中毒の治療にも十分な治療効果を発揮することが期待される<sup>2)3)</sup>。

今回使用した、二種類の加圧装置の特徴を表2に比較した。Gamow Bagは加圧レベルこそ低いものの、軽量で高度な携帯性・耐久性を有しており、低圧の加圧によっても有効性が認められる高所障害などの治療においては非常に有効な機器であると考えられる。一方、Chamberlite 15は、高圧での治療が可能で、適応疾患が広がる反面、携帯性はかなり損なわれ、「携帯」といっても人力による携帯はかなり困難であると思われる<sup>10)</sup>。また、厳しい屋外の条件下で使用するには耐久性に不安もあり、高圧条件で安心して長期間使用するためには更に改良を加える必要も感じられる。今回の加圧レベルも、患者の症状の改善が得られる最小の圧力に留め、不必要に高い圧をかけることは避けた。

本研究では二種類の加圧装置を同一の疾患に対して使用した。しかし、症例数が少なく、各症例で発症までの条件や症状の程度などがまちまちであるため、有効性、合併症発生率などを統計的に比較することは不可能であった。すべての症例において症状の改善が確実に見られ、重大な合併症の発生や加圧治療後のリバウンド現象も全く無かったことを考えると、何れの装置も今回対象とした急性高山病に対しては有効であることが推察された。今後、機器の耐久性向上を図り、加圧システムに改良を加えることより、こうした機器を一般の救急医療に応用することが可能になると思われる。また、そうした後に多くの症例に対して携帯型の加圧装置による治療が開始されると、有効性、合併症発生率などの解析が可能となり、最良の治療機器、治療プロトコルが確立されることが期待される。

## 謝 辞

本研究においては(株)日本メディコ、(株)電

通、日本ヒマラヤ協会にご協力いただいた。

## 【参 考 文 献】

- 1) Grim PS, Gottlieb LJ, Boddie A, Batson E : Hyperbaric oxygen therapy. JAMA 263 : 2216-2220, 1990
- 2) Shimada H, Morita T, Kunimoto F, Saito S : Immediate application of hyperbaric oxygen therapy using a newly devised transportable chamber. Am J Emerg Med 14 : 412-415, 1996
- 3) Jay GD, Tetz DJ, Hartigan CF, Lane LL, Aghababian RV : Portable hyperbaric oxygen therapy in the emergency department with the modified Gamow Bag. Ann Emerg Med 26 : 707-711, 1995
- 4) Gamow RI, Geer GD, Kasic JF, Smith HM : Methods of gas-balance control to be used with a portable hyperbaric chamber in the treatment of high altitude illness. J Wilderness Med 1 : 165-180, 1990
- 5) Hackett PH, Roach R : High-altitude medicine. in: Auerbach PS (ed) : Wilderness Medicine. 4th ed. Mosby Inc., St. Louis, pp 2-43, 2001
- 6) Roach RC, Bartsch P, Hackett PH, Oelz O. : Lake Louise AMS Scoring Committee: the Lake Louise acute mountain sickness scoring system. in: Sutton JR, Houston CS, Coates G (eds) : Hypoxia and Mountain Medicine. Queen City Printers, Burlington, pp 272-274, 1993
- 7) Ward MP, Milledge JS, West JB: High altitude medicine and physiology. 3rd ed. Oxford University Press Inc., New York, pp 215-231, 2000
- 8) Saito S, Shimada H, Yamamori K : A transportable hyperbaric chamber with soda lime for the treatment of high-altitude disorders. J Wilderness Med 5 : 295-301, 1994
- 9) King SJ, Greenlee RR: Successful use of the Gamow hyperbaric bag in the treatment of altitude illness at Mount Everest. J Wilderness Med 1 : 193-202, 1990
- 10) Saito S, Aso C, Kanai M, Takazawa T, Shiga T, Shimada H : Experimental use of a transportable hyperbaric chamber durable for 15psi at 3700 meters above sea level. Wilderness Environ Med 11 : 21-24, 2000