

## シンポジウム2 高所登山での加圧

大城和恵

北海道大野病院 循環器科 心臓血管センター

### 1. はじめに

高所登山において高山病はしばしば認められ、重症度は登高速度、獲得高度、高山病の既往、最近の高度順応の程度などによる。通常、良性で自己制御されるが、高地脳浮腫、高地肺水腫を来すと致命的となり得る。治療の原則は下山であり、酸素投与が有効であるが、携帯式加圧チャンバーが高所での急性障害の治療や遠隔地域でのダイビングによる障害を目的に発展して来た。高所で発症した高山病において、すぐに下山できない環境下や酸素が入りできない状況下では、周囲の空気を患者の入った加圧チャンバー内で加圧すると、外気圧より高い圧となり、疑似下山同様の効果を得られ、治療効果を認める。高所での加圧治療の歴史、治療効果、現在入手可能な加圧チャンバーについて解説する。

### 2. 高所での加圧治療の歴史と効果

高所での加圧は、1988年武井<sup>1)</sup>により、ネパールはヒマラヤ、クーンブ地方のペリチェ(標高4200m)で、加圧タンクを使用して行われた。ペリチェの大気圧は約446mmHgであるため、吸入気酸素分圧は約93.7mmHg、肺胞気酸素分圧78.7mmHg、加圧タンク内部圧は620mmHgに加圧され吸入気酸素分圧は約130 mmHg、肺胞気酸素分圧は115.3mmHgに上昇する。20分かけて加圧し10分間定常状態、3分で減圧した。急性高山病患者の平均酸素飽和度は67.6%と明らかに減少していたが、加圧後は平均83.9%と有意に改善し、症状は全例で消失あるいは軽快した。この据え置き型タンクに対し、携帯可能な加圧チャンバーを1987年アメリカコロラド大学のDr. Igor Gamowが発明し、彼にちなんで、Gamow hyperbaric Bag (Gamow Bag)と命名された。同年、コロラドのロッキー山脈で動作確認の実験を行い、1988年にはエベレスト登山において運用し、ベースキャンプ(チベット側、5185m)で6例の高山病治療に成功したのが臨床応用の始まりである<sup>2)</sup>。1993年Bartch<sup>3)</sup>らによると4559mで64例の急性高山病患者を193mmHg加圧、20mmHg加圧、加圧無しの3群で比較した。臨床所見、症状(高山病スコア(AMS cerebral score)、SpO<sub>2</sub>で評価した)。193mmHg加圧で全ての評価項目に改善を認めたが、加圧中止後、効果の持続は認めなかった。1991年Kasic<sup>4)</sup>らによる加圧治療と酸素投与の比較研究では、どちらも急性高山病の即時治療として、症状とSaO<sub>2</sub>を改善したが、治療終了から1時間後、どちらのSaO<sub>2</sub>も治療前値に戻った。また、酸素の量に依存して症状が改善するわけではなく、SaO<sub>2</sub>の高さと症状改善は相関しなかった。2001年Imray<sup>5)</sup>らの報告によると、加圧による脳の局所酸素飽和度(rSO<sub>2</sub>)の上昇を認めた。以上より、高所での高山病への加圧治療効果は、加圧中の早期症状緩和、末梢動脈血酸素飽和度SpO<sub>2</sub>の改善、脳局所酸素飽和度rSO<sub>2</sub>の改善であるが、最大効果は治療中止後は持続しない。このため治療適応は、急性高山病の中等症～重症、高地脳浮腫、高地肺水腫が疑われ、緊急を要する場合、あくまでも下山や退避が直ちにできない場合、あるいは酸素が無い場合、他には、高所潜水時のDecompression Illnessである。禁忌は自発呼吸ができない患者、相対的禁忌は耳閉、上気道感染時である。

大城和恵編集

	Gamow's	Certec		PAC
		trekking	MAM'OUT	
最大内圧	2 psi(103mmHg)	180mbar	220mbar	2 psi
重量(kg)	7.5	6	5	8
大きさ(m)	2.2×0.6	2.1×0.65		
ポンピング	10~20 pumps/分	3~4 strokes/分		1 pump / 5秒
価格 (おおよそ)	US\$ 2400 (291,000円)	€ 2230 (297,000円)	€ 3805 (507,000円)	AUS\$ 2220 (189,000円)
製造国	U.S.		フランス	オーストラリア
利点	使用経験多数。比較的軽い。	より高圧、軽い。		出入し易い。頭と肩のスペースが広い。
不便	高価。ストラップが患者出入に邪魔。ファスナーが消耗してリークの原因。	高価。ポンプが壊れる。実用頻度が低い		

図1 現在入手可能な携帯式加圧チャンバー

### 3. 実際の使用上の留意点

チャンバーにより加圧可能な最大内圧は異なるが(図1)、一般的なベースキャンプ(4000-5000m)で2psi(103mbar)まで加圧して使用すると、標高にしておよそ2000m下山相当になる。セッティング時に、滑り落ちないように場所を選び、必要ならアンカーに固定。バッグを保護するため地面に敷物を敷き、日光を遮る。体温の低下を予防するため、バッグ内にマットを敷き、寝袋を入れる。嘔吐に備えて袋などを入れておく。患者を入れる段階では、耳抜きを説明をする。意識が低下している場合、側臥位にすることも検討する。患者にSpO<sub>2</sub>モニターを装着。高度計は必ずしも必要ない。ファスナーを閉めて、ポンピング開始する。耳の痛みがあればゆっくり加圧する。バッグ内は、CO<sub>2</sub>の蓄積を回避するため、1分間に10-15回(5秒に1回)ポンピングする。脳浮腫や肺水腫の患者を加圧中は、バッグごと30°程度頭を高くすると患者は楽である。減圧時の注意点であるが、実際の圧変化はGamow bagやPACでは103mbar(=0.14気圧)で、減圧障害の報告はこれまでに無い。急速な減圧後にめまいを訴える人がいるので、1~2分かけてバルブから脱気すると良い。肺の圧損傷予防に、減圧中は患者には息を止めず、ゆっくり吐くよう指示する。加圧中は水分摂取ができないため、脱水に注意する。現在入手可能なチャンバーを図1に示す。

### 4. まとめ

近年は、酸素の普及が進み、高所での携帯式加圧チャンバー使用機会は減少しているが、高所で入手できる酸素には限りがあること、加圧チャンバーは電源も酸素も不要であること、さらに低圧環境を改善できることから、現在も臨床的に有用である。

### 参考文献

- 1) 武井滋.ヒマラヤでの加圧タンクによる治療及び実験成績からみた高山病の成因と加圧効果.東医大誌,46(6),1988.
- 2) S.J.King, et al. Successful use of the Gamow Hyperbaric Bag in the treatment of altitude illness at Mount Everest. J Wilderness Med. 1990(1):193-202.
- 3) Bärtsch P, et al. Treatment of acute mountain sickness by simulated descent: a randomised controlled trial. BMJ. 1993 Apr 24;306(6885):1098-101.
- 4) Kasic JF, et al. Treatment of acute mountain sickness: Hyperbaric versus oxygen therapy. Ann Emerg Med. 1991 Oct;20(10):1109-12..
- 5) Imray CH, et al. Carbon dioxide contributes to the beneficial effect of pressurization in a portable hyperbaric chamber at high altitude. Clin Sci (Lond). 2001 Feb;100(2):151-7.