

国際山岳連合医療部会  
提言集

Vol. 3

ポータブル高圧チャンバー

医師・非医師医療従事者及び登山トレッキング隊・  
登山遠征隊関係者を対象として

Th. Kuepper, U. Gieseler, J. Milledge

翻訳  
中島道郎

## 目次

- 1 はじめに
- 2 原理並びに高山病に関する安全対策
- 3 高圧チャンバーの設置個所
- 4 高圧チャンバーの使用方法
- 5 治療の結果／更なる処置
- 6 高圧チャンバーに伴う問題点
- 7 高圧チャンバーの類型
- 8 参考文献

### 1 はじめに

ポータブル高圧チャンバー（以下チャンバー）とは、重症急性高山病(AMS)・高所肺水腫(HAPE)・高所脳浮腫(HACE)の患者を、現場で緊急治療するために開発された、軽量で持ち運び可能な治療装置である。これは、患者を収めた袋の中に、手押しまたは足踏みポンプで送気・加圧して膨らませ、それによって、患者の周囲は外気に比して高圧（高酸素圧）環境となり、患者を約 1500m ないし 2000m ほど急速に下に降ろしたと同等の効果が得られる装置である。

### 2 原理並びに高山病に関する安全対策

- 高山病対策の『黄金則』は『予防』である。

○予防に優る治療はない。

○適切な高所順応を得られるように、緻密な高所登山計画書を策定すること。

- チャンバーは、軽症 AMS には、予防・治療どちらにも使用してはならない。

○もし、チャンバーを使わなければならないような事態になった場合は、その前にまずその症状が生じた高さの所にもう 1 日留まって、シッカリ順応を獲得すること。

チャンバーは、軽い AMS 症状を治したり、適正に順応しないまま、さらに高度を稼ぐ手立てとして作られた物ではない。

- チャンバーは、重症高山病(AMS、HAPE、HACE)の症状を緩和するものであることには疑の余地は無い

○但し、チャンバー治療は症状緩和と時間稼ぎにだけ役立つ装置である。

- その稼いだ時間は高所からの撤退に用いること。

- その患者を単独で下山させてはならない。誰かが必ず付き添うこと。

- 下山途中での再悪化に備えて、チャンバーも一緒に持って降りること。

- 重症例において、再悪化を防止する為、その患者を - 例え短距離でも - 歩かせてはならない。生きて帰る為にはどうしても歩かねばならない場合は仕方ないが、出来るだけ体は動かさないようにすべきである。

○チャンバーの使用は、緊急治療だけの為の手段と心得るべし。

- これによって、患者を下山すなわち低処へ搬送させなくて済む、というものではない。

- 重症高山病症例に対する対策の順位は以下の通り。

1、下山（低所移動）。その患者が以前元気であった高度を目安に。

少なくとも、300~500m は降ることを試みよ。

2、酸素或いは医薬品の使用。生き延びる為だけ、時間稼ぎの為だけと心得よ。[1]

3、チャンバー（上記 1 と 2 とを併用。且つまた、UIAA MedCom 提言集・#2 AMS・HAPE・HACE 現場救急治療法[1]参照）。

4、医薬品のみ。（上記 1~3 対策が全く不可能な場合）

- チャンバー操作担当者の前提条件

○チャンバー操作は、習熟した人だけに限ること。未熟者が取り扱って惹き起こされた重症合併症（例えば、重症過換気・鼓膜破裂など）の報告例あり。

○習熟者によるチャンバー操作講習会を、全員に、出発前に実施して置くこと。

○チャンバー操作は非常な力仕事である。高所では特にそうである。それ故、実際的な使用限界高度はおおよそ 7000m である。それより上では、酸素と薬剤を投与しながら降る方がより好ましい。

### 3 チャンバーの設置場所

- 全ての商業的トレッキング乃至遠征登山組織は、須らくチャンバーを用意すべし、とする明確な

根拠を支持するデータは存在しない。そうすべし、とする法律も無ければ、現在までのところ、

そうと明記された訴訟事件もない。注意深い登山計画書こそが重要である！

○もし、トレッキング会社がまともな高所順応計画書に従って行動しておれば、殆ど

すべてのトレッキング・ルート及び多くの遠征登山においては、かかるチャンバーなんぞは不要なのである。[2],[3]。

- チャンバーを用意すべきか否かを考えるのは、特に、目標とする地域がそう簡単に低標高地点に下りて来られないような場所に限られる。例えば、高標高の谷で、登った道の他は降りて来られないような場所などがそれである。
- また例えば、降りるためには、一旦登って、それから降りなければならない、といった高位置の鞍部とか、谷とかをキャンプ地とした場合などがその考慮の対象になる。
- もしチャンバーを高所に持ち上げる場合、それは最高キャンプに持ち上げるのがベストである。その主な理由は以下の2つである。
  - 1 高さに起因する高所障害が生じるとすれば、それは当に最高到達地点においてである筈、
  - 2 若しほかのキャンプで傷害が発生した場合、チャンバーは上から下へ持ち降ろす方が、下から上に持ち上げるより遥かに容易で且つ速い。この決定は、ほかにも多くの考慮すべき要因がいろいろあるし、その遠征の安全対策全体の中で、その一つとして組み込まれてあるべきものである。

#### 4 チャンバー使用方法

- 高山病治療にチャンバーを用いる場合は以下の要領による。
  - 薬物療法と併用すること。(重症 AMS 乃至 HACE にはデキサメサゾン、高所肺水腫の緩和治療にはニフェジピン。)
  - 患者をチャンバーに入れる前に、患者の圧力耐性能力(ポップ)をチェックする。(註1)もし高所で耳鼻科的諸症状が持続するようであれば、ゆっくりと膨らませていき、耳に圧力が掛けられるか(ポップ)どうか試してみる。(若しダメならゆっくり圧力を下げる。)
    - ◎もし患者が耳に問題ありと訴えたら鼻詰まりスプレー(例えばキシロメタゾリン)を、チャンバーに入る前に噴霧し、5~10分して薬が効いて来るのを待ち、そのスプレーを持って入ること。
  - 要すれば、入る前に排尿・排便のこと。
  - (可能な限り)チャンバー内での患者の位置は、患者から監視者が見え、監視者からは患者の脈波酸素計と高度計が読めるようにすること。
  - 加圧時間は60ないし120分。120分以後は、それ以上の改善は期待できない。加圧には排気バルブがシュッと音を立てるまでポンプを押し続ける。
    - ◎チャンバー治療に時間の上限はない。AMSの場合は通常、2時間以後は症状がそれ以上に改善されることはない。しかし、生死の間にある場合は、搬出可能になるまで加圧し続けたらよいだろう。
    - ◎HAPE・HACE症例で、治療を長く続けたことで良い結果につながったと云うことを示す観察データはないけれども・・・。
  - チャンバーに空気を送り込む際、注入量は毎分40l、すなわちポンプ押し回数毎分8-12回
    - であるよう、絶えず気を配ること。それは内圧を一定に保つためばかりでなく、

### 高い酸素

分圧と低い二酸化炭素分圧を保持し、以て CO<sub>2</sub> 中毒を防止するためである。

- （出来たら）脈波酸素計で患者の SaO<sub>2</sub> を監視すること。計器はチャンバーの窓から見えるようにしておくこと。
  - HAPE 患者は水平に寝かした体位のままでは耐えられない筈である。地形を利用して、頭の方を約 30 度ほど高い位置に据えるようにするとよい。
  - 重症例では、チャンバーの中で、ボンベの酸素を毎分 4-6 リットル、マスクで吸入させると更なる症状改善が見られるようである。（この場合、チャンバーの中で火事・爆発の危険はない。）
  - 60 分乃至 120 分経過後、症状が軽減したら下山を試みよう。その場合、症状再悪化に備えて再治療出来るよう、誰か一人付いて、チャンバーを運搬すること。
    - ◎系統的・科学的データではないけれども、世に数多くの症例報告がなされている。でも、いくら数はあっても、チャンバーによる高所障害緩和の程度には限界がある。しかしながら、若し下山が不可能な場合は、チャンバー治療は、そのチームが可能な限り、続けなければならない。（高所では疲労困憊的作業である。）
  - 症状が 120 分経っても改善されない場合は、合併症・追加診断（血栓塞栓症・感染症・熱射病・低体温症・重症脱水症等々）を考慮せねばならない。
- （註 1）口の中で唾液を呑み込む仕種をして、鼓膜内外両側の圧力を同じにすることが出来る能力。
- 鑑別困難症例に対し、取敢えずチャンバー治療を試みることは出来る。なぜなら、この治療に禁忌はないからである。但し、チャンバー内での心肺蘇生は不可能であるが。
  - 意識喪失症例でも、体位が適当（回復位）でさえあれば、禁忌ではない。
  - 内圧減圧中に患者が耳に圧力乃至痛みを訴えたなら、直ちに減圧速度を緩めること。若し患者が体内 - 外圧を同一に出来ないのであれば、チャンバー内圧を約 25% まで下げてから、その患者に、『ポップ』するように言うこと。
- 下降・酸素・薬剤 3 者併用療法は、どんな場合でも好ましい。意識喪失患者モニターがチャンバー内で困難な場合は特にそうである。
    - 註：高山で使用可能な酸素の量は、ボンベを何本持ちあげられるか、で決まる。それに対しチャンバーの方は、それを膨らませ換気する人間の体力がどこまで続くか、で決まる。
  - 快適な温度を確保すること。
    - 常にチャンバー内を、冷たく凍った地表面から断熱すること！寒冷環境にあっては、寝袋や衣服で患者を保温せねばならない。
    - チャンバー内では、羽毛製品は使用不可である。なぜなら、チャンバーの中は湿度が高い(100%)から。フリース製品の方が好ましい。
    - 直射日光は避ける。乃至は日覆いを付ける。直射日光にあたると、チャンバー内部温度は耐え難いほど高く上がる。

- 若しチャンバーが何らかの事故で突然に空気が抜けた場合、息を止めてはいけない。息はしっかりと吐き出すこと。
- 袋の中にいるということは、患者にとっては、常に心理的にストレスが高まる事態である。外にいるメンバーは、中の患者とは常にコンタクトを保つこと！患者は自分の周囲に、或いは自分の身の上に何が起きているか常に知っていなければならない。
- 適正量の空気の供給に気を配ること。締め切ったテントの中でポンプを操作してはならない。特にテントの中で火を使うようなことは、絶対あってはならない。

## 5 治療の結果／更なる処置

- 対照が取ってある研究、取ってない研究いろいろあるが、殆どの例において、症状の軽減が急速に出現し、且つ数時間続くと報告されている。
- 然しながら、そのまま高所に留まると、殆どの患者が大体 12 時間以内に症状再発を見ている。
- 現在のところ、チャンと対照を取っている重症 HAPE,HACE 症例の研究は数少ないが、実際のところ、報告例の多くは重症例でも良い結果を示している。
- 完全に回復した症例なら、数日後、再登高を注意深く試みることは可能である。（[4]参照）
  - 完全な高所順応を得るために注意を払うこと。登高計画はそれ以前にも増して『より防御的』であること。
  - 高山病症状の観察記録を続け、一寸でも症状が現れたなら、直ちに元の、完全に正常であった高さのところまで下山すること。
  - 再登高を試みる場合は、決してデキサメサゾンのような高山病症状をマスクするような薬剤を服用してはならない。アセタゾラマイドは、こういう場合にも、注意して用いれば構わないようだ。

## 6 チャンバーに付随するトラブル

- 換気がゆっくり過ぎると、CO<sub>2</sub> 中毒を来たすおそれがある。
  - チャンバーの適正換気量（前掲 40l/min.以上）を守ること。
- AMS/HACE：の場合、チャンバー内での悪心・嘔吐を見ることがある。
  - チャンバー内にプラスチック・バッグを持って入ること。
  - 入る前に抗悪心・嘔吐剤を飲んでおくこと。
- HAPE 患者は水平臥位には耐えられない。
  - 地形を利用して、上体を高くした位置に保つ。
- 不安／閉所恐怖症
  - 患者が、外が全部見え、すべてが聞こえるように内外の接触を保つ。
  - 患者は安楽に、そしていつでも外が見られる位置にあるよう、チャンバーの置き場所を配慮する。
- 患者に対し、暫くは心理的に不快かも知れないけれども、高所障害は命に関わ

る事態であることを説明すること。その意味は、この選択がこの場合ベターな選択であったことを理解させることにある。

- 高所にあつて、チャンバー内部圧と換気量を保持する為に行なうこのポンプ作業は、かなりな努力を要する力仕事である。
  - ジッパー・弁・そして袋それ自体からの空気漏れ
    - チャンバーの運搬は丁寧に、操作は適正に。
    - 出発する前に必ずテスト。
- 補修用粘着テープを忘れずに持参する。(必ず袋の内側面に貼る。)

## 7 チャンバーの種類

### ◎ガモフ バッグ

- 円筒型 2.5×0.6m
- 加圧・換気は足踏みポンプ
- 毎分 12 回足踏み。(内部圧：+104mmHg／+139mbr、CO2 中毒防止)
- 重量：6.5kg
- 重症患者を収容するのは容易ではない。
- 費用等、詳細は [www.chinookmed.com](http://www.chinookmed.com) へ。

### ◎セルテック バッグ

- 円錐型 2.2×0.65m
- 加圧・換気は手押しポンプ
- 毎分 8 回手押し。(内部圧：+165mmHg／+220mbr、CO2 中毒防止)
- 重量：4.8kg
- 重症患者を収容するには、すべてのタイプの中でこれが一番容易。
- 費用等、詳細は [www.certec.eu.com](http://www.certec.eu.com)

### ◎ポータブル 高所 チャンバー (PAC)

- ミイラ棺型 である他はガモフバッグにほぼ同じ
- 重量 (ポンプ等全部ひっくるめて)：8kg
- 協調的でない患者を収容するには困難かも。
- 費用等、詳細は [www.treccsafe.com.au](http://www.treccsafe.com.au)

### ◎TAR ヘルメット (市販されてない。が、将来同様の品が出るかも。)

- 小型軽量装置 (ポンプを含め、装置全体で 1kg 以下。) 目下開発途上。同型試作品はテストに成功している。
- 十分なデータがまだ無いので、UIAAMedCom としてはシステムについての説明も含め、結果の発表を待っているところである。

## 8 参考文献

以上の著述について、さらに参考文献を必要とされる諸氏は、原文に当たりたい。インターネットで UIAA MedCom のホームページをひかれると、Medical Recommendation と云う項があり、その 3 番目に Portable Hyperbaric Chamber という章がある。各国語訳が並んでいるが (日本語もある!) 英語を選ぶと、その最後に Reference がある。