

【第51回学術総会パネルディスカッション1：減圧障害に対する第1種装置での治療の位置づけ】

## 酸素加压型の第1種装置による応急治療の後に第2種装置で標準治療を行う施設間治療連携

鈴木信哉  
亀田総合病院 救命救急科

キーワード 減圧症, 動脈ガス塞栓症, 急性期, 高気圧医学専門医

### 【Panel discussion】

**Emergency recompression treatment for decompression illness using a monoplace chamber following the standard treatment with a multiplace chamber under the cooperation between recompression medical facilities.**

Shinya Suzuki  
Kameda Medical Center, Emergency and Trauma Department

keywords decompression sickness, arterial gas embolism, acute stage, hyperbaric physician

### I. 緒言

第1種装置は、一人用の治療装置であり、医療者による直接の処置や輸液等の補助療法に制限があり、更に酸素加压型でエア・ブレイクができない場合には急性期の減圧症及び動脈ガス塞栓症（両者を合わせて減圧障害という）に対する標準の再圧治療として推奨されている米海軍再圧治療表<sup>1,2)</sup>を使うことができない。しかしながら、我が国の高気圧酸素治療装置の多くが酸素加压型の第1種装置である<sup>3)</sup>ため、減圧障害の治療装置としての活用が求められている。本稿では酸素加压型の第1種装置を応急的に新鮮例に使用することの有効性と再圧治療施設間の連携治療における専門医の重要性について述べる。

### II. 減圧障害に対する標準再圧治療

減圧障害に対する再圧治療としての高気圧酸素治療は標準かつ特異的な治療法である。大気圧環境下での高濃度酸素投与により症状の消失を見る場合もあるが、決して高気圧酸素治療に取って代わるものではない<sup>4)</sup>。

減圧障害の治療は、1960年代にそれまでの空気再圧治療から酸素再圧治療に変わり標準化されてい

る。Goodmanらは治療圧力や時間を変えた純酸素による治療データから統計学的に検討して、2.8絶対気圧(ATA)で30分の保圧と60分の緩徐な減圧を行い、酸素治療時間を90分とする必要最小限の治療表を導き出し、必要十分な治療表として、酸素中毒予防の空気呼吸（以下エア・ブレイク）を間に入れ、治療時間が1.5倍と3倍になる米海軍再圧治療表（以下治療表）5及び6を考案している<sup>5)</sup>（図1）。

治療表6は、治療表5で治療開始10分以内に消失しない四肢の疼痛、神経障害、内耳障害、呼吸循環

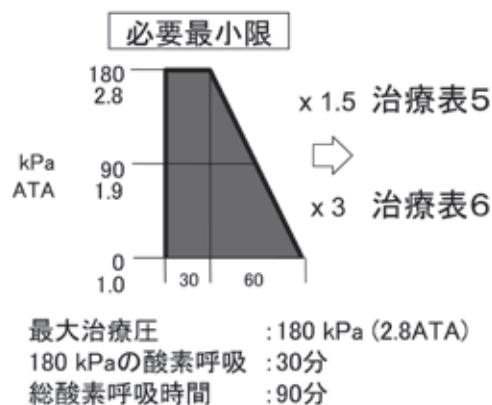


図1 米海軍再圧治療表の開発<sup>5)</sup>

障害など幅広く適用される標準治療であり、2ATAで治療を行う通常の高気圧酸素治療よりも高い酸素分圧を用い治療時間も長いこと酸素中毒の配慮が必要である。

一方、再圧室の設置義務がある圧気や潜水作業現場では、酸素による再圧治療ができない諸事情があり、標準の再圧治療ではなく効率の悪い空気再圧で対処されるか、再圧治療施設を受診しない場合もある<sup>7)</sup>。

### Ⅲ. 第2種装置による重症例対応の現状

減圧障害の治療成績を左右するのは、重症度と発症から治療までの時間によるとされ、発症まもなくの初回治療成績は良好であり<sup>8)</sup>、重症例では発症から12時間を過ぎると予後が悪く<sup>9)</sup>、後遺症を考慮すると4時間以内での治療が推奨される<sup>10)</sup>。重症例の再圧治療では、輸液管理しながらの長時間の治療を要し、気胸合併例や患者の容態急変への対応が求められるため、医療者の入退出が可能な主室・副室の2室構造で複数の人員を収容できる第2種装置(多人数用高気圧酸素治療装置)を使用するのが基本とされている。しかし、我が国の再圧治療施設の分布には偏りがあり、本学会が治療装置として推奨する第2種装置での治療が困難な地域があり<sup>7, 8, 11)</sup>、第2種装置で治療することに固執すると著しく初回治療が遅れることがあり、結果として膀胱直腸障害などの重い後遺症に悩まされる例がでてくる。

### Ⅳ. 第1種装置による治療の限界

発症後の早い時期に第1種装置を使用して、標準治療である治療表5および6で対応すれば、良好な予後が期待できる。しかし、治療表5および6は、酸素中毒を予防するためのエア・ブレイクがあるため、酸素加圧型の第1種装置では、エア・ブレイクができるようなオプションをつける必要がある。我が国の第1種装置の多くは、エア・ブレイクができない酸素加圧型である<sup>3)</sup>ことから、エア・ブレイクのない治療表での対応は有効であるかという検討が必要である。

また第1種装置では治療圧を2.8ATAまであげることができない機種もある。2ATAの高気圧酸素で治療された脊髄型減圧症では、症状消失もしくは症状が

安定するまで平均6回の治療を要し、初回治療において半分を超える症例で症状が残ると報告されており<sup>12)</sup>、治療圧が低い場合には治療効果に限界がある。

一方、2.8ATAまで治療圧をあげることができる第1種装置には、Hart-Kindwall 治療表が考案されており、Goodmanらが導き出した必要最小限の治療表を満たして、ある程度の効果が期待できる<sup>13)</sup>。しかしHart-Kindwall 治療表は、治療表6による治療との比較検討は少なく、動脈ガス塞栓症などの重症例の検討は不十分である。したがってHart-Kindwall 治療表による治療は、応急的な位置づけとすべきである。治療後は、標準再圧治療表による追加治療の必要性について、経験のある専門医の意見を求めることが推奨される。更に酸素暴露量は治療表5よりも多く、けいれん発作といった脳酸素中毒に注意して適切に対処できることが求められる。

エア・ブレイクができる第1種装置では治療表6が実行可能であるが、医療者による処置ができず、輸液を含め薬剤投与なしに、5時間近くの装置内拘束となるデメリットがある。しかしながら、バイタルサインが安定している症例であれば、よく管理された施設においては第1種装置で治療表6が通常で使用されている<sup>6)</sup>。経験のある専門医が管理するエア・ブレイクが可能な第1種装置施設では、重症例であってもバイタルサインが安定している場合には、標準治療として治療表6が使用可能としてよいと考えられる。

エア・ブレイクができる第1種装置で治療表5を使う場合には、四肢の疼痛のみで発症24時間以内であれば標準治療に位置づけられる。ただし、2.8ATAに加圧して10分経過した時点で疼痛の消失がなければ治療表6に移行する必要がある。引き続いて治療表6が実行できなければ治療表5による治療は応急的治療の扱いとし、標準治療のできる施設への移送を考慮しなければならない。

### Ⅴ. 第1種装置による応急的治療

エア・ブレイクができない第1種装置で治療する場合には、上記で述べた治療限界から応急的治療と位置づけて、必要十分な治療を受けるまで安定化させることが治療目標になると考えるべきである。減圧障害

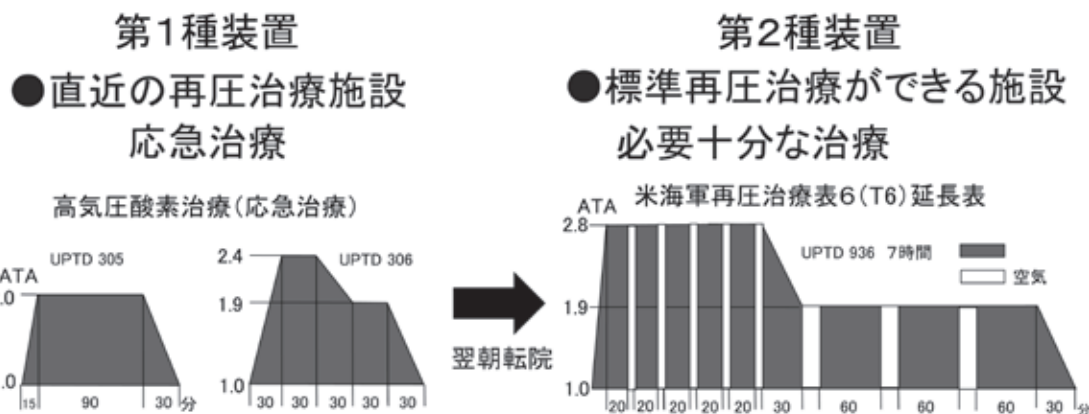


図2 遠隔の施設間治療連携により重症減圧障害に対処した事例<sup>14)</sup>

の治療経験がほとんどない酸素加压型第1種装置を持つ施設でも、専門医のいる第2種装置を持つ施設との連携により、第1種装置にて応急治療して安定化の後、長距離へり搬送して発症から27時間後の第2種装置による標準治療にて良好な予後が得られた症例が報告されている<sup>14)</sup>。再圧治療としては不十分な治療圧力であっても、できるだけ早期に再圧して酸素を投与することにより急性期において病態を安定化させることが可能となり、その後の2.8ATAまで加压する標準治療が効きやすくなることを示す事例である。また、酸素加压型第1種装置を有する施設が減圧症治療の経験をほとんど持たない場合でも、救急対応に当たった医師が、遠隔地の第2種装置を有する治療施設の専門医と密接に情報を交換することにより、有効な応急再圧治療が可能となることを示すものである。

## VI. 結語

以上から、第1種装置で減圧障害に対応する場合は以下のことが推奨される。

(1) 第1種装置がエア・ブレイク可能であれば、軽症からバイタルサインが安定している重症まで対応が可能である。(2) 第1種装置がエア・ブレイクできない場合は、応急治療として安定化を図り、標準治療ができる施設と連携する。(3) 治療経験の少ない施設が第1種装置で再圧治療を実施する場合は、経験のある専門医から助言を得る。

## 参考文献

- 1) U.S.Navy Diving Manual. Revision 7, Naval Sea Systems Command Publication NAVSEA 0910-LP-115-1921. December 2016.
- 2) Moon RE: Hyperbaric oxygen treatment for decompression sickness. Undersea Hyperb Med. 2014; 41: 151-57.
- 3) 日本高気圧環境・潜水医学会: 「平成27・28年度アンケート調査によるHBO治療施設情報」(平成29年6月27日更新) [http://www.jshn.net/P01/HBO\\_anketoH28.pdf](http://www.jshn.net/P01/HBO_anketoH28.pdf) (2017.8.2アクセス)
- 4) Stipp W: Time to treatment for decompression illness. North Sea Medical Center, Health and Safety Executive Books, Norwich UK, 2007.
- 5) Goodman WM: Minimal-recompression, oxygen breathing method for the therapy of decompression sickness. In Underwater Physiology 3rd. Symposium, Baltimore, Williams and Wilkins, 1967; pp.165-181.
- 6) 清水徹郎: 減圧症治療における第1種装置と第2種装置の使い分け. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2017; 52: 136-138.
- 7) 望月 徹: 圧気及び潜水作業における減圧障害の現状. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2017; 52: 129-132.
- 8) 池田知純: 第1種装置を減圧障害に対する治療手段として位置づける必要性. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2017; 52: 125-128.
- 9) Ball R: Effect of severity, time to recompression with oxygen, and re-treatment on outcome in forty-nine cases of spinal cord decompression sickness. Undersea Hyperb Med. 1993; 20: 133-45.
- 10) Diving alert network: Report on diving accidents and fatalities. Duke University, Durham NC, 1993.
- 11) 櫻庭直達: 第2種装置へのアクセスが困難な地区での

第1種装置を持つ医療施設の現状. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2017 ; 52 : 133-135.

- 12) Boussuges A, Thirion X, Blanc P, Molenat F, Sainty J-M: Neurologic decompression illness: a gravity score. Undersea Hyperb Med. 1996 ; 23 : 151-5.
- 13) Cianci P, Slade JB: Delayed treatment of decompression sickness with short, no-air-break tables: review of 140 cases. Aviat Space Environ Med. 2006 ; 77 : 1003-8.
- 14) 鈴木信哉, 小山敦, 鈴木利直, 他.: 第1種装置で応急治療後、翌日搬送して第2種装置の標準治療にて良好な予後が得られた動脈ガス塞栓症の一例. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2016 ; 51 : 316.