

シンポジウムS1-2 気泡による障害

鈴木信哉

自衛隊中央病院

虚血再灌流障害の病態が惹起されて重症化する前に、できるだけ速やかに再圧して一次的な影響としての気泡の影響を取り除くことが求められるが、潜水現場の再圧室での救急再圧が現状では行われないことが多い³⁾一方、再潜水は重症化リスクが高い⁴⁾ため、速やかな再圧治療施設への搬送が必要である。

Goodmanにより導き出された必要最小限の治療表を基にした治療表2.8ATA (60fsw)の米海軍酸素再圧治療表5及び6^{5, 6)}は、現在標準治療として世界的に使用されており、発症から2時間以内の再圧治療は成績がよい⁷⁾。再圧治療は、初回でできるだけ症状をなくすことが大原則であり、治療時間の延長は、症状がある限り積極的に行う必要がある。やむを得ず、症状を残したまま初回再圧治療を終えても、肺酸素中毒を勘案しながら、早い段階での追加治療が望まれ、複数回の再圧治療にて症状の改善が見られなくなるまで治療を継続する⁶⁾。

ヘリウムは窒素に比べて脂肪組織への溶解度が低く、脊髄型の減圧症の治療に好都合であるとして、実際の酸素再圧治療にヘリウムが用いられてある程度の有効性が報告されている⁸⁾。しかし米海軍酸素再圧治療表との比較試験は少なく、複数回の再圧治療が必要な症例においては、ヘリウム酸素混合ガス使用例で治療回数が少ない可能性が示されているものの、機能回復に差は出ていない⁹⁾。

6ATA (165fsw)までの大きな圧力による再圧は、超急性期であれば有効であるが、再圧まで時間が経過してしまった症例には治療効果が期待できないことが臨床的にも確認されているが⁵⁾、それは、空気加圧による気泡の縮小は加圧初めがもっとも効果的であるが、圧力をより高くすれば縮小効果は減弱し、余分な窒素ガスの取り込みが増大し、治療開始が遅れた障害を受けた組織は、循環不全状態となって不活性ガスの排出が阻害され、減圧期に再発、更には増悪する可能性が出てくるという考えに基づいている。

一方、Beckmanらは深深度潜水後に重症例が多かったことを考慮して、最初にスパイク状に7.7ATAもしくは9.5ATAに再圧する治療表を使用した¹⁰⁾が、重症例で治療開始遅延例が多いにもかかわらず、退院時の機能回復率が良好である印象をうけるが、米海軍酸素再圧治療表と比較した評価はない^{10, 11)}。

重症減圧障害の再圧治療では、患者の容態急変への対応が非常に困難であるため、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であるが、Weaverは、第1種装置を使用して米海軍酸素再圧治療表6で治療した20年間の成績を報告しており¹²⁾、第1種装置内で重篤な患者を治療する場合の安全対策や様々な工夫¹³⁾がなされている。

酸素加圧型の第1種装置については、酸素中毒を避けるためのエア・ブレイクができないので、真にやむを得ないと判断された場合(緊急避難的使用)以外は使用できない¹⁴⁾が、Cianciら¹⁵⁾及びKindwall¹⁶⁾は、エア・ブレイクがない短時間の酸素再圧治療表であるHart-Kindwall治療表を使った治療成績を報告しており、減圧症にはある程度の有用性が示されているが、空気塞栓症においては十分とは言いきれないほか、酸素中毒について安全性の検討が必要である。

我が国の第2種装置保有施設には偏りがあり¹⁷⁾、治療成績が落ちる発症から再圧開始まで2時間を超える地域については、第1種装置による治療を考慮せざるを得ず、治療施設間の連携が必要である。

更に、緊急浮上や動脈ガス塞栓症、あるいは重症減圧症の場合は、職業潜水においては後遺症を防ぐ観点から潜水現場の再圧室等を使用した救急再圧が必須であり、遠隔の医師による指示のもと酸素再圧を可能とする態勢を構築しなければならない¹⁸⁾。

【参考文献】

- Francis TJR, Gorman DF: Pathogenesis of the decompression disorders. In Bennett P, Elliot DH., eds. The Physiology and Medicine of Diving, 4th ed., London: Saunders. 1993; pp.454-480.
- Dutka AJ: Serious decompression injury: Pharmacologic aids to treatment. In Moon RE., Sheffield PJ, eds. Treatment of decompression illness, Forty-fifth Workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1996; pp.127-135.
- 日本潜水協会. 潜水安全に関するアンケート調査. 2007.
- Vann RD: Mechanisms and risks of decompression. In Diving Medicine 2nd. Ed. A. Bove & J. Davis, W. B. Philadelphia, Saunders, 1990; pp.30-33.
- 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.
- 鈴木信哉: 減圧障害の治療. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌2006; 41: 59-72.
- Thalman ED: Principles of U. S. navy recompression treatments for decompression sickness. In Bennett PB & Moon RE eds. Diving accident management, Bethesda MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1990; pp194-221.
- Kol S, Adir Y, Gordon CR and Melamed Y: Oxy-helium treatment of severe spinal decompression sickness after air diving. Undersea Hyperb Med. 1993; 20: 147-54.
- Bennett MH, Lehm JP, Mitchell SJ, Wasiak J: Recompression and adjunctive therapy for decompression illness. Cochrane Database Syst Rev. 2007 Apr 18; (2): CD005277.
- Smerz RW, Overlock RK and Nakayama H: Hawaiian deep treatments: Efficacy and outcomes, 1983-2003. Undersea Hyperb Med. 2005; 32: 363-73.
- Overlock RK, Tolsma KA, Turner CW, Bugelli N: Deep treatments and Hawaiian experience. In: Moon RE, Sheffield PJ eds. Treatment of decompression illness, Forty-fifth Workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. 1996; pp.106-121.
- Weaver LK: Monoplace hyperbaric chamber use of U.S. Navy Table 6: A 20-year experience. Undersea Hyperb Med. 2006; Mar-Apr; 33: 85-8, 2006.
- Weaver LK: Management of critically ill patients in the monoplace hyperbaric chamber. In: Kindwall EP, Whelan HT, eds. Hyperbaric Medicine Practice, 2nd ed., AZ: Best Publishing Company. 1999; pp.245-322.
- 日本高気圧環境・潜水医学会:高気圧酸素治療の安全基準(平成22年11月26日最終校正).第7章再圧治療指針. <http://www.jshm.net/kaisoku/hboanz2010kai.pdf> (accessed 7th November 2012.)
- Cianci P, Slade JB Jr: Delayed treatment of decompression sickness with short, no-air-break tables: Review of 140 cases. Aviat Space Environ Med. 2006; 77: 1003-8.
- Kindwall EP: Use of short versus long tables in the treatment of decompression sickness and air embolism. In: Moon RE, Sheffield PJ, eds. Treatment of decompression illness, Forty-fifth Workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. 1996; pp.122-6.
- 望月徹, 池田知純, 小林浩, 柳澤裕之: 減圧障害受入れ可能施設の調査. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌. 2007; 42: 215.
- 鈴木信哉: 高圧則改正において検討すべき課題について(自衛隊中央病院提出). 第4回 高気圧作業安全衛生規則改正検討会資料. 高気圧作業安全衛生規則改正検討会. 平成24年7月30日. 厚生労働省. <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002gm31-att/2r9852000002gm8y.pdf> (accessed 7th November 2012.)