

【第50回学術総会シンポジウム「減圧障害の最適な治療は何か」】

海上自衛隊における減圧障害に対する再圧治療

堂本 英治
海上自衛隊 潜水医学実験隊

Recompression therapy for decompression illness in Japan Maritime Self-Defense Force

Hideharu Domoto

Japan Maritime Self-Defense Force Undersea Medical Center

キーワード 減圧症, 動脈ガス塞栓症, 空気塞栓症

keywords decompression sickness, arterial gas embolism, air embolism

【はじめに】

潜水医学が100年以上の歴史を刻むにも関わらず、未だ減圧障害 (Decompression Illness, 以下DCIという。) については世界標準の診断基準が存在しない。主たる原因は、DCIの診断に直結する検査法がないことと、DCIの診断・治療に関わる専門医の少なさである。その結果、DCIは担当医の知識・経験等が診断に影響を及ぼす可能性が高い「古典的な医学領域」の一つとなっている^{1, 2)}。

このような現状を認識しつつ海上自衛隊 (以下海自

という。) における再圧治療の現状を示し、その現状に至った原因分析を行う。その過程では海自でのDCIに関する教育にも簡単に触れる。その後、今後の海自の対応方針について私的見解を述べるとともに、最後に本邦のDCIの治療現場に対する懸念について付言する。

【結果】

近年の海自におけるDCIの年度別治療実績は以下の表1のとおりである。

表1 海上自衛隊におけるDCIの治療実績

年度 (平成)	症例の分類				使用した治療表				
	DCS		AGE	DCI合計	9	5	6	6L	6A
	Type I	Type II							
21	7	3	0	10	9	17	9	0	0
22	0	1	1	2	18	2	6	0	0
23	1	7	0	8	6	1	10	0	0
24	1	3	0	4	4	17	4	0	0
25	2	6	0	8	18	18	11	0	1
平均	2.2	4	0.2	6.4	11	11	8	0	0.2
合計	11	20	1	32	55	55	40	0	1

DCS: Decompression Sickness, AGE: Arterial Gas Embolism, DCI: Decompression Illness
 9: USN Treatment Table 9, 5: USN Treatment Table 5, 6: USN Treatment Table 6,
 6L: USN Treatment Table 6 with extension, 6A: USN Treatment Table 6A,

特徴は、症例数が年間約6例と少ないこと、Type II DCS (Decompression Sickness, 以下DCSという。)の占める割合が高いこととそれに伴い治療表6の選択頻度が高い(初回治療としては、 $20/32 \times 100 = 62.5\%$ 以上)ことである。近年循環動態の不安定な重症DCSに対する再圧治療は殆ど実施されていない。

【考察】

1 DCIの症例数が少ない原因

第1には海自における潜水業務は計画立案からその実施に至るまで、安全面への配慮が厳格であることである。潜水作業に従事する者は潜水課程教育中の人間を除けば全員がスクーバ潜水以上の資格・能力保有者であり、その教育課程を通じて潜水生理、潜水法、減圧等に関して十分な基礎的理解がある。加えてあらゆる潜水作業は各潜水教範(部内資料)に示される人員配置や通信手段、不測事態発生時の対処要領等に関する指針に基づき、飽和潜水やヘリウムガスを使用した他給気式潜水といった特殊な潜水を除き、原則として無減圧の範囲内で潜水作業を計画している。このためDCSの主たる原因である不活性ガスの溶け込みは最低限に抑制されており、DCIのリスクは低い。

第2としては海自医療機関の特性があげられる。具体的には自衛隊横須賀病院(神奈川県横須賀市)を除き、他の4病院(自衛隊大湊病院(青森県むつ市)、自衛隊舞鶴病院(京都府舞鶴市)、自衛隊呉病院(広島県呉市)、自衛隊佐世保病院(長崎県佐世保市))は保険診療機関化されておらず、受診患者は当初医療費の全額自己負担が求められること、自衛隊員とその家族が対象患者の中心であること³⁾、及び知名度が低いことである。このため、民間からの紹介患者の場合、患者発生から自衛隊医療機関到着までに時間を要し、陳旧化したDCI症例が多い傾向にある。中には他医療機関で再圧治療を受けたが完全治癒に至らず、当該医療機関での継続治療を拒否された患者が、その後の追加治療を求めて来院することもある。

全国で5箇所が存在する自衛隊病院のうち、自衛隊横須賀病院以外の4病院は院内に多人数用高気圧酸素治療装置を有している。自衛隊横須賀病院は隣接する潜水医学実験隊(以下潜医隊という。)に治療

装置を有し、連係した治療体制を構築している。しかしながら、最大の自衛隊横須賀病院でさえ病床数は100床で、他の4病院はいずれも50床以下であり、必ずしも十分数の医官は配置されていない。このため、特に夜間帯は高度救急救命医療の提供が実質的に困難である。常時使用可能な多人数用高気圧酸素治療装置を有し、24時間体制で再圧治療を提供することが可能である反面、迅速な治療が不可欠な重症DCIへの対処に関し、医療面において難があるというジレンマを抱えている。結果として自衛隊病院に受診するDCI症例の特徴は、「症例数が少ないこと」に加えて、自衛官を除き「対処に比較的時間の猶予がある」患者が多くなっている。

2 Type II DCSが多い原因

診断の実施主体である潜水医官(潜水医学分野の課程教育を終了後、潜水員等に関わる衛生業務に2年以上従事した医師)の教育内容に起因するところが大きい。国内唯一の系統的潜水医学専門医の養成課程である海自潜水医官課程は、米海軍潜水医官課程を模範として平成元年に設立されている⁴⁾。その課程期間中、DCIを構成するDCSとAGE(Arterial Gas Embolism, 以下AGEという。)及び圧外傷の関係を、**図1**のとおり教育している⁵⁾。

DCSとAGEは発症機序が異なり、前者においては不活性ガスの組織内溶け込みが主たる原因であるのに対し、後者では上昇時の過膨張による肺胞破裂が主たる原因である。もちろん高度の減圧無視や減圧省略により多量の静脈ガスが肺の毛細血管網や機能的に開存した卵円孔を通過し、左心系に環流した場合には、肺胞破裂によるAGEと同様の症状を呈する。つまりAGEの発症には必ずしも不活性ガスの溶け込みは必要ではなく、わずか深度1メートルの脱出訓練においてもAGEは生じうる⁶⁾。では何故、DCSとAGEを併せて古来より潜水病、近年DCIと呼称するのかと言えば、この両者の鑑別が必ずしも容易ではなく、そして再圧治療を行う上では必ずしも必要でないという観点からである⁷⁾。原則として再圧治療を必要としない圧外傷の中で、唯一AGEだけは迅速な再圧治療が不可欠である。

Type II DCSの診断について、Type I DCSを古

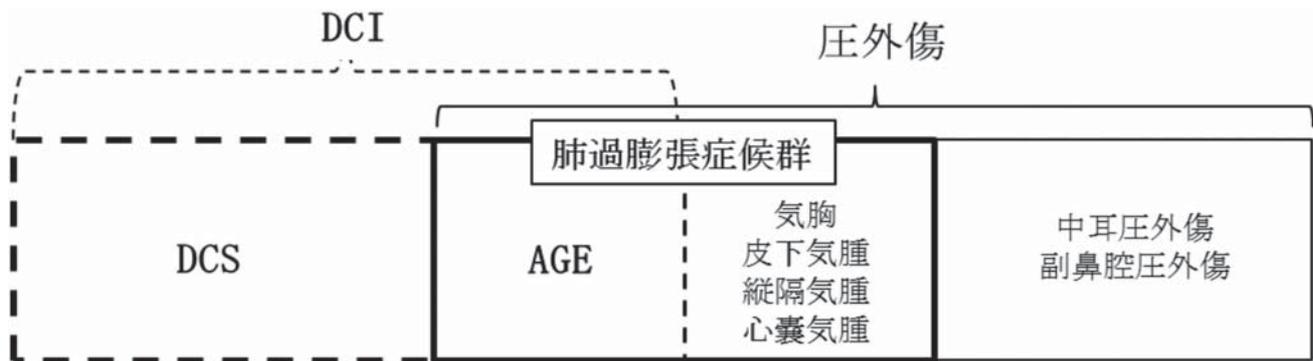


図1 DCI と圧外傷の関係

典型的なDCSの分類に準拠してPMS (Pain, Marbling, Swelling) を有する症例に限定し、これに該当しない症状を有するもの、例えば、斑状の感覚異常、頭痛、手足のしびれといった比較的軽微な神経症状を有する患者であってもType II DCS と診断するよう教育している。また、治療表の選択に関しては原則として治療表5ないし6 (必要に応じ延長型) を使用し、米海軍潜水教範⁸⁾と同様治療表に個人的な変更を加えることを禁じている。その結果、必然的にType II DCS と診断される症例が増加し、治療表6が初回治療に選択されることとなる。治療表選択のアルゴリズム⁸⁾に従えば、Type I DCSと診断し、当初治療表5を選択して治療を開始したにも関わらず、60フィート(18m)相当深度まで加圧後、10分間の酸素呼吸中に完全寛解に至らなかった場合には自動的に治療表6に移行することとなるので、初回治療として治療表6が選択される確率が高くなる。つまり、潜医隊に受診する「対処に比較的時間の猶予がある」DCI患者は、当然ながら急性期症例と比較して初回の再圧治療に対する反応性に乏しいため、当初治療表5を念頭に開始した治療が、開始後10分後に治療表6に移行することが多くなるということである。

潜医隊では毎年複数名の「精度管理された潜水医官」の養成が行われている。極めて能力の高い1人の潜水医官よりも複数名の均質な能力を保有する潜水医官を必要とするのは自衛隊という組織の特性でもある。その効率的な教育には、多数のDCI症例の診断・治療が望ましいが、上記の通り、非常に少ない海自のDCI症例数だけでは不十分である。これは海上自衛隊のみならず、米海軍においても同様のジレンマが生

じているという。

3 海自の対応方針

現時点で海自には、上述の通り自験例を基に現行の治療表選択基準あるいは治療表の修正を論じる能力はない。また、少なくとも現時点においてはその必要性に迫られてもいない。現在潜医隊では、わずかな症例から少しでも多くの普遍的な知見を抽出し、その知見を全国の潜水医官等の関係者に共有することを重視している。加えて示唆に富む再圧治療症例や潜水安全に寄与する対処などについては、文献上得られた知見を普及することにも心掛けている。

潜水医官課程の教育では、本学会の示す高気圧酸素治療の安全基準⁹⁾に加え、再圧治療を行う際には米国潜水医学会の治療指針¹⁰⁾を参照している。2014年に発刊された「Hyperbaric oxygen indications, 13th edition」の中でデューク大学のMoonは、「潜水に関連したDCSの治療について2つの大まかな原則 (broad principle) がある。」として、「第1は、完全寛解は早期の高気圧治療によりもたらされる。第2は、最初に60フィートへの加圧を行う米海軍酸素治療表の使用である¹⁰⁾。」と述べている。今後、米海軍潜水教範、米国潜水医学会、更には日本高気圧環境潜水医学会の示す治療指針に変更が生じれば、それに適応してゆくこととなる。

【おわりに】

人間が潜水を継続する限りDCIの発生は不可避であり、医師はこれに対処しなければならない。世界標準のDCI診断基準が存在しない現状において、本邦のDCI治療現場では、先人の努力の上に形成された

本学会の「高気圧酸素治療の安全基準」が正しく理解され、活用されているだろうかという危惧を感じることもある。現場の運用上、やむを得ない場合に限って治療指針の変更がなされているだろうか。日頃のDCI治療が、厚生労働省が当学会に求めるところの「明確なDCI治療のガイドラインを早期に策定し、診療報酬上少しでも高気圧酸素治療を有利とする」努力の妨げになってはいないだろうか。

医療行為は、その性質上、科学的エビデンスの蓄積により適切な治療法が時々刻々と変化してゆく。古典的な診断基準に基づく治療法から先進的な診断基準に基づく治療法への移行期には、当然ながらギャップが生じる。DCIの診断治療分野において、このギャップを埋めるのが本学会の使命の一つである。多施設共同研究や世界的潮流の正確な情報収集と理解に基づき、新しい診断基準と治療方法を提唱してゆく努力が今後も継続的に求められる。

医療行為とは、誰でも間違える恐れのある人間が、患者という弱い立場にある人間に対して危険を孕む行為を行うという非常識のオンパレードである。したがって、医療の質と安全性を高めることに尽力しなければならない。本邦における再圧治療を世界標準の治療として継承して行くことに関し、本学会の有する責務は重大である。

参考文献

- 1) Grover I: The SANDHOG criteria and its validation for the diagnosis of DCS arising from bounce diving. *Undersea Hyperbaric Med* 2007;34:199-210.
- 2) Vann RD: Decompression illness diagnosis and decompression study design. *Aviat Space Environ Med*. 2008;79:797-798.
- 3) 自衛隊の病院及び医務室の診療等に関する訓令(防衛庁訓令第33号。昭和42年11月20日)
- 4) 池田知純, 濱田清: 海上自衛隊潜水医官課程の創設. *防衛衛生* 1991;38:29-38.
- 5) 堂本英治: 減圧障害. *日本渡航医学会雑誌* 2010;4:24-29.
- 6) Benton PJ, Woodfine JD, Westwook PR Arterial gas embolism following a 1-meter ascent during helicopter escape training: a case report. *Aviat Space Environ Med*. 1990;61:559-562.
- 7) Gorman DF: A proposed classification of the decompression illness. In: Francis TJR, Smith DJ eds. *Describing Decompression Illness; Forth-second Undersea and Hyperbaric Medical Workshop*, 1991; pp.6-14.
- 8) Chapter 20, *Diagnosis and Treatment of Decompression Sickness and Arterial Gas Embolism*. In: U.S. Navy Diving Manual, Rev 6, Change A, Naval Sea System Command, 2011; pp.20-1-49.
- 9) 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26年11月17日最終校正), 第7章再圧治療指針. In: *安全協会ニュース*第44号, 高気圧酸素治療安全協会. 2015, pp.80.
- 10) Moon RE: Chapter 7, *Decompression sickness*. In: Weaver LK eds. *Hyperbaric Oxygen Therapy Indications*, 13th ed. Undersea and Hyperbaric Medical Society. Florida, Best Publishing Co. 2014; pp.105-112.