

【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」】

## 「減圧障害の最適な治療は何か」総括

合志 清隆  
琉球大学病院 高気圧治療部

### A brief review of the symposium “What is the best treatment of decompression illness?”

Kiyotaka Kohshi

Center for Hyperbaric Medicine and Environmental Health, University Hospital of the Ryukyus

減圧障害 (decompression illness, DCI) の治療は空気での再圧治療が行われていたが、1960年代から治療に酸素が使用されるようになり、高気圧酸素治療 (hyperbaric oxygenation, HBO) の1つである酸素再圧治療の治療パターンが改良され現在に至っている。酸素再圧治療には複数の異なったパターンがあるなかで、米海軍治療表 (US Navy treatment table, USNTT) に沿ったHBOがDCIの治療として国際的にも広く用いられている。

本邦では本学会からDCIの治療指針が安全基準のなかで示されており<sup>1)</sup>、第2種治療装置を用いてUSNTTに準じた治療法とされ、さらに第1種装置での酸素加圧での治療禁止が規定されている。しかし、この治療指針は潜水救急の現場において2つの重大な混乱を招いている。1つは第2種装置の多くの施設においてDCIの治療を優先すると他の重症患者のHBOが困難になることで、他の1つは酸素加圧を基本として製造されている第1種装置でのDCIの治療が禁止と受け止められていることである。例えば、DCIの患者は第1種装置の施設が近くにあったとしても早急に遠方の第2種装置の施設までドクターヘリに代表される航空機による搬送が日常的に行われているが、この最中の急激な病状悪化ないし死亡が時に報じられている。さらに、実質的に第1種装置の施設でDCIの治療が困難とされていることは、患者側からは診療拒否ととられることもあり、医療者と傷病者との間で不信感と対立、引いては係争事例まで発展しかねない状況になっている。

以上の現状のなかで、本邦での専門施設におけるDCIの実際の診療状況を把握ないし理解する必要がある、今回のシンポジウム「減圧障害の最適な治療は何か」を企画した。シンポジストには診療ないし研究で実績の高い施設の専門医に依頼して、DCIの診療状況と基本的な治療方針について語ってもらうことにした。各シンポジストには議論する事項と事例を事前に知らせて論点を絞ってもらった。今回、取り上げたDCIの事例は、脊髄、脳ないし呼吸・循環器系障害がみられる重症例と、それ以外の軽症例である。また、DCIの治療としての大気圧下酸素吸入 (normobaric oxygenation, NBO) の位置づけと、DCIの予防としてのNBOについても議論を行ってもらった。

最初は脊髄障害での治療方針である。米国のDAN (Divers Alert Network) の1992年から1998年までのDCIの3,500例を対象とした調査では、その症状のなかで疼痛を除くと脊髄障害が最も頻繁にみられるが<sup>2)</sup>、この病状での治療方針は重症例に限れば早急な酸素再圧治療を優先することには変わりはない。しかし、脊髄障害での検討では、治療開始までの時間、酸素再圧治療を含めたHBOの種類、この両者は治療予後因子には該当せずに、発症時の状態のなかで尿閉と運動機能障害であること報告されている<sup>3-5)</sup>。このことは脊髄障害の重症例において酸素再圧治療の早期治療の効果を否定するものではないが、超急性期での治療が最善とする従来の常識を疑問視するものである。その原因には、脊髄静脈と脂肪組織が豊富な脊

髄硬膜外静脈叢 (Batson's venous plexus) とは交通しており、DCIによる脊髄障害は硬膜外静脈叢でのバブル発生と血栓形成がみられることから<sup>6, 7)</sup>、脊髄静脈の還流障害による脊髄浮腫であることが示唆されている。これはDCIによる脊髄障害はHBOによるバブルの縮小と消失、さらに浮腫による虚血状態の酸素化がなされても症状改善に時間がかかることを示している。

次いで脳障害が取り上げられたが、この治療方針で意見が分かれた。積極的にHBOを行なうものと、NBOを優先してHBOなかでも低い治療圧を用いるとするものである。脳のDCIは肺気圧外傷後の脳動脈ガス塞栓症 (arterial gas embolism, AGE) と、静脈内バブルの右心系ないし肺内シャントによる減圧症 (decompression illness, DCS) に発生機序から分類されるが、両者ともに脳障害としての病態は脳動脈塞栓症である<sup>8)</sup>。中等度以下の運動麻痺の際には早急なHBOで改善するが、痙攣発作を伴うか意識障害がみられる脳障害ではHBOにより悪化することがあり、脳障害に対して推奨される治療法は今後の課題と考えられる。さらにAGEは肺気圧外傷が存在することから、この対処がHBOに際して重要である。例えば、肺気圧外傷のなかで肺泡破裂と肺内出血を主症状とする場合は呼吸管理が難しく、さらに気胸を合併していれば緊張性気胸の可能性があり<sup>9)</sup>、両者ともに慎重な対応が求められる。また、DCIを除いた脳障害のHBOで低い治療圧、例えば1.5ATAが国際的に一般化している理由には脳卒中や脳挫傷などの脳損傷には副作用の観点からであろう。

さらに呼吸器ないし循環器系の障害を示すDCIはチョークスとも呼ばれ、その程度による差はあるにせよ高い死亡率が示されている<sup>10)</sup>。この呼吸・循環器系障害では呼吸困難だけではなくショック状態のことが多く、HBOが実施可能かの判断が必要である。HBOが困難と判断する指標の1つは、ショック状態であるか胸部X線写真で肺浮腫を示す陰影がみられるかである。循環動態が不安定な状況ではHBOよりも他の治療法を優先して良好な治療結果であることが紹介された<sup>11, 12)</sup>。

疼痛や皮膚症状を主症状とする軽症のDCIでは、

治療としてHBOが必要であるか否かである。酸素再圧治療ないし通常のHBOを行うとした意見が多いなかで、NBOのみで対処法も紹介された。さらにHBOを行うにしても早急な治療を要するものではないとの意見も出された。

DCIの初期治療としてのNBOの重要性が紹介されたが、ダイビング終了から4時間以内にNBOが開始されると症状改善が65%にみられ、その後HBOで改善率が高いとの報告である<sup>13)</sup>。これは潜水や潜函作業などの高気圧環境への曝露後のNBOがDCIの初期治療として重要であることを示唆したものである。さらに、潜水前に30分間の酸素吸入が静脈性気泡の発生を抑制することも報告されており、この抑制は2回の潜水でより顕著になることから<sup>14)</sup>、複数回の潜水前のNBOがDCIの予防で重要であることが示されている。

今回のシンポジウムで明らかになったことは、DCIの治療で早期のHBOに異論はないが、早急な初期対応の重要性が示された。実際に現実的な治療法として、現場でのNBOの重要性が強調され、その後の対処として第1種装置を活用することも重要である意見も出されたが、発症早期の搬送は病状をかえって悪化させる懸念があるからである。さらに、HBOのなかで酸素再圧治療としてUSNTTが推奨されながらも絶対的なものではなく、病状ないし医療施設の状況によっては通常のHBOで対処されていることも紹介された。この第1種装置の活用は本学会でも以前から指摘されてきているが<sup>15)</sup>、わが国の治療装置の設置状況も勘案した現実的なDCIの診療体制の構築が望まれる。

また、DCIの診断での意見が出されたが、診断は主に専門医の経験から総合的に判断されているに過ぎず、その診断基準は国際的にも示されていない。DCIの誤診は米国の救急施設で10%ほどにのぼるとの報告もあり<sup>16)</sup>、国際的にも救急医学の一領域として潜水救急の認識が薄いことが示唆されている。

潜水病とも呼ばれてきたDCIが話題になったのは、1868年に開始されたミシシッピ川に架かるセントルイス橋と1870年のニューヨークとブルックリンを結ぶブルックリン橋の工事で多くの犠牲者を出したことに端を発している<sup>17)</sup>。治療法は酸素再圧治療として検討さ

れてきたが最良の治療法は未だ定まっておらず、その診断も臨床医の経験則による現状が明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 高気圧酸素治療の安全基準. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2010; 45: 244-258.
- 2) James T, Francis R, Mitchell SJ: Pathophysiology of decompression sickness. In: Bennett and Elliott's Physiology and medicine of diving. Ed. Brubakk AO and Neuman TS. 5ed. New York: Saunders; 2003. P.530-555.
- 3) Blatteau JE, Gempp E, Constantin P, Louge P: Risk factors and clinical outcome in military divers with neurological decompression sickness: influence of time to recompression. Diving Hyperb Med 2011; 41: 129-134.
- 4) Blatteau JE, Gempp E, Simon O, et al: Prognostic factors of spinal cord decompression sickness in recreational diving: retrospective and multicentric analysis of 279 cases. Neurocrit Care 2011; 15: 120-127.
- 5) Gempp E, Blatteau JE: Risk factors and treatment outcome in scuba divers with spinal cord decompression sickness. J Crit Care 2010; 25: 236-242.
- 6) 北野元生: 減圧症における組織損傷の成因についての考察 - いわゆるコンパートメント説と静脈還流障害説の折衷. 日本高気圧環境医学会雑誌 1995; 30: 73-84.
- 7) 合志清隆, 玉木秀樹: 減圧障害. 神経症候群 (第2版) - その他の神経疾患を含めて-. 日本臨牀別冊神経症候群 V 2014, p.671-674.
- 8) 合志清隆, 奥寺利男, 北野元生, 川島真人, 眞野喜洋, Wong RM: 中枢神経系における減圧障害の病理と診断および治療での課題. 日本高気圧環境医学会雑誌 2004; 39: 67-77.
- 9) 合志清隆, 溝口義人, 豊永淳子, 角谷千登士, 下河辺正行: 安全に高気圧酸素治療を行なうために - 総合臨床の立場から-. 日本高気圧環境医学会雑誌 2003; 38: 65-70.
- 10) Xu W, Liu W, Huang G, Zou Z, Cai Z, Xu W: Decompression illness: clinical aspects of 52478 consecutive treated in a single hyperbaric unit. PLoS One 2012; 7: e50079.
- 11) 新垣かおる, 神里興太, 照屋孝二, 他: ブドウ糖初期分布容量 (initial distribution volume of glucose, IDVG) が減圧症の水分管理に有用であった1例. 日集中医誌 2015;22: 141-142.
- 12) Kondo Y, Fukami M, Kukita I: Extracorporeal membrane oxygenation therapy for pulmonary decompression illness. Crit Care 2014; 18: 438.
- 13) Longphre JM, Denoble PJ, Moon RE, Vann RD, Freiburger JJ: First aid normobaric oxygen for the treatment of recreational diving injuries. Undersea Hyperb Med 2007; 34: 43-49.
- 14) Castagna O, Gempp E, Blatteau JE: Pre-dive normobaric oxygen reduces bubble formation in scuba divers. Eur J Appl Physiol 2009; 106: 167-172.
- 15) 池田知純: 第1種装置を用いた減圧障害の治療. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2013; 48: 264.
- 16) Arness MK: Scuba decompression illness and diving fatalities in an overseas military community. Aviat Space Environ Med 1997; 68: 325-333.
- 17) 池田知純: 潜水の世界 - 人はどこまで潜れるか. 大修館書店, 東京, 2002