

## 市民公開講座2 潜水に起因する障害に対する対処と予防

鈴木信哉

自衛隊中央病院

寒冷地の潜水では、水温に合わせたドライスーツなどの防寒対策が必須である<sup>1)</sup>が、レギュレーターもフリーフローを起こさないように寒冷地仕様を選び、取り扱いにも注意が必要である。

水に浸かることにより末梢の血液は胸腔内に集まり、水泳・潜水後に血痰、呼吸困難などの症状が出て肺水腫が発症する<sup>2)</sup>が、寒冷地での水泳・潜水では末梢の血管が強く収縮して起きやすい。強度の運動、高血圧、高齢などは更に発症リスクを上げるので注意が必要である<sup>3)</sup>。

水面近くでは体積の変化が大きく、耳管に空気を通す、いわゆる“耳抜き”が不適切であると、鼓膜破裂が起き、直後のめまいでパニックに陥ったり、内耳気圧外傷では難聴になる。潜水器使用時は、2m程度のプールでも肺過膨張による気圧外傷が発生して動脈ガス塞栓症に至る場合がある。

空気潜水では、深度が増すと窒素ガス分圧が上昇し、アルコール飲用時と類似した症状が出現する。深度が大きくなると、自信の増加や識別力が低下して呼吸ガス消費量に注意を向けなくなり、突然のエア切れにパニックになることがある。この場合、急浮上が避けられなくなり、動脈ガス塞栓症や減圧症の原因となる。

窒素麻酔を避けるためと減圧に有利なように酸素濃度の高い潜水呼吸ガスを使う方法もあるが、吸気中の酸素分圧が1.3ATAを超えると酸素中毒のリスクが出てくる。水中での酸素中毒による痙攣発作は動脈ガス塞栓症を引き起こす<sup>5)</sup>。

肺気圧外傷は、通常の潜水よりも浮上中のバディ呼吸訓練、妨害排除訓練、緊急浮上訓練といった高リスクの訓練中に起きやすいという報告<sup>6)</sup>があるため、それらの訓練をする場合には、医療スタッフと再圧治療装置で直ちに対応できる態勢を取っておくべきである。

潜水終了直後に意識障害や痙攣があった時には、まず動脈ガス塞栓症を疑う。随伴症状として、頸部触診での握雪感や皮下気腫を示し、血痰と共に特徴的な所見である。潜水トラブルがなくても、また、気胸等の明らかな肺気圧外傷所見がなくても動脈ガス塞栓症は発症することがあるので、診断には注意が必要である。

純酸素を呼吸する閉鎖循環呼吸回路方式潜水では、酸素中毒の発現や、酸素と二酸化炭素の相互作用による意識消失のほか、酸素呼吸から空気に切り替えた時の意識消失も起こり得る。素潜り前の過換気により長い潜水ができるが、上昇中水面近くで低酸素による意識消失が起きや

すくなる<sup>5)</sup>。

減圧障害は、ガスの過飽和状態で生じた気泡による一次的な影響の後、二次的な影響として治療に抵抗性を示す虚血再灌流障害の病態が作られるため、発症後の時間経過は、予後を左右する。そのため発症後直ちに再圧治療が必要であり、発症後2時間を経過すると治療成績が悪くなる。再圧治療開始までの間、大気圧下酸素投与や輸液等の補助療法が必要である<sup>7, 8)</sup>。

再圧治療は、患者対応及び治療時間の観点から多人数用高気圧酸素治療装置(第2種装置)で行うのが原則であるが、我が国では患者搬送時間や経路が問題となる地域があり、課題である<sup>9, 10)</sup>。

### 【参考文献】

- 1) U. S. Navy Diving Manual. Revision 6, Naval Sea Systems Command Publication NAVSEA 0910-LP-106-0957. April 2008.
- 2) 山根 修治: 浅潜水垂直素潜り訓練を繰り返した後に出現した血痰. 日本高気圧環境・潜水医学会誌 2009; 44: 9-15.
- 3) Suzuki S: Respiratory issues. Undersea and Hyperbaric Medical Society Workshop: Medical aspects of diving safety November 2-3, 2004 in Atami.
- 4) Denoble PJ: Common causes of fatalities in technical diving. DAN Technical diving conference. Durham, N.C., January 18-19, 2008.
- 5) 鈴木信哉, 鷹合喜孝, 田中光嘉, 只野 豊: 潜水の方法や目的を考慮した安全管理と対処. 日本臨床高気圧酸素・潜水医学会雑誌 2010; 7: 20-30.
- 6) Lafere P, Germonpre P and Balestra C: Pulmonary barotrauma in Divers during emergency free ascent training: review of 124 cases. Aviat Space Environ Med. 2009; 80: 371-5.
- 7) 鈴木信哉: 減圧障害の最新治療. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2008; 43: 41-51.
- 8) 鈴木信哉: 減圧障害に対する治療 — 補助療法について—. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2010; 45: 39-46.
- 9) 杉浦崇夫, 磯井直明, 小川均, 鈴木信哉: 艦艇に装備する2人用可搬式再圧装置の運用についての検討. 日本臨床高気圧酸素・潜水医学会雑誌 2011; 8: 75-78.
- 10) 池田知純, 望月徹, 小林浩, 柳澤裕之: 港湾潜水作業における減圧障害発症時の救急搬送の問題点. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2011; 46: 267.