

一般演題12-2

超音波ドップラー検知気泡を用いた減圧方法の評価

望月 徹 池田知純 柳澤裕之

東京慈恵会医科大学 環境保健医学講座

【目的】

減圧方法の評価には減圧症 (DCS) 発症数が用いられている。一連の潜水でDCSが認められない場合には、「安全」と評価されるが、その程度については十分な検討がなされていない。許容可能とされるDCSリスクは、潜水目的によって異なるが、商業潜水では1%以下、圧気土木作業では2%以下と考えられている。DCSの有無からこの程度のリスク確率を知るためには約400回もの潜水が必要となる。軽症DCSは症状があいまいで評価が難しく、また、DCSを評価基準とすることには倫理的問題もある。今後経験や実績の蓄積がない混合ガス潜水を行う場合には、減圧方法の安全性評価は不可欠であり、DCSの有無に代わる有用な指標が求められている。

【方法】

trimix混合ガス潜水によって行われた潜水並びに圧気作業での減圧方法について、不活性ガス気泡 (以下、気泡) を指標としてDCSリスクの比較を試みた。いずれの作業においてもDCS発症は認められていない。被験者はそれぞれの高気圧作業に従事した作業員とした。気泡検知は超音波ドップラー法を用い、減圧終了後120分まで30分毎に前胸部にて実施した。検知気泡は、スペンサー・スケールで等級分類し、その最大等級値を評価に用いた。安全性評価基準はDCSリスク1%以下とした。気泡等級によるDCSリスク評価にはBayes推定を用いた。DCIEMによる空気 (1726例) 及びHeliox (1508例) 潜水に関する気泡調査結果¹⁾を事前確率とし、Bayes推定を行った結果、事後確率は等級IIのとき0.3%、IIIで1.7%を得た。これらから、等級II以上が被験者の過半数に認められないことを1%以下のリスクとした。また、気泡が潜水終了後長時間認められるほど、生体への影響が大きいと考えられていることから気泡重篤度インデックス (severity index)²⁾による比較も行った。

【結果】

曝露量³⁾は潜水 (n=509) における 30.5 ± 3.26 (平均±SD) に対し圧気 (n=324) では 43.9 ± 8.19 と圧気で有意に高かった ($p < 0.05$)。気泡検知は、潜水では、21名に対して延べ101回実施し、42名 (41.6%) が気泡を検知した。最大等級はII (n=8, 7.9%) であり、III及びIVは検知されなかった。圧気では、17名に対して延べ49回実施し、気泡検知27名 (37.0%) で最大等級はII (n=8, 16.3%) であった。いずれも等級II以上の被験者が過半数に達していないため、安全の許容範囲内であると評価した。気泡等級の比較では潜水での中央値が等級0に対し、圧気のそれはIであり、有意に高い傾向が認められた ($p < 0.05$, Mann-Whitney U test)。気泡重篤度インデックスは、潜水の 0.58 ± 1.34 に対し圧気では 1.88 ± 3.82 であり有

意に高かった ($p < 0.05$, t-test)。

【考察】

trimix潜水による潜水並びに圧気作業での減圧方法のDCSリスクについて比較を行った。いずれもDCSが認められなかったことから、従来基準では一様に安全と評価される。しかしながら、気泡等級による評価では、許容範囲内にあるものの2つの減圧方法には差があることが明らかとなった。DCSリスクの比較では圧気で有意に高かったが、許容範囲内であることから、潜水が安全側に大きく偏っているとも評価できる。このように、気泡による評価はDCS有無による従来の方法よりも多くの情報を得ることができ、より詳細な評価が可能であることが示された。無症候性気泡による長期的な影響が懸念されていることから、気泡による評価はこの点でも非常に有効な方法である。

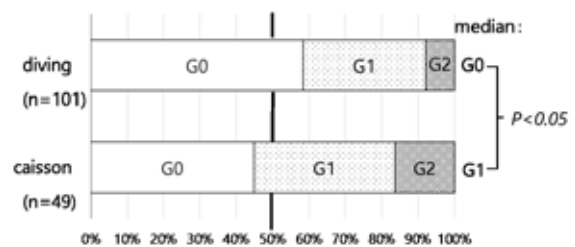


図1 検知気泡等級の比較

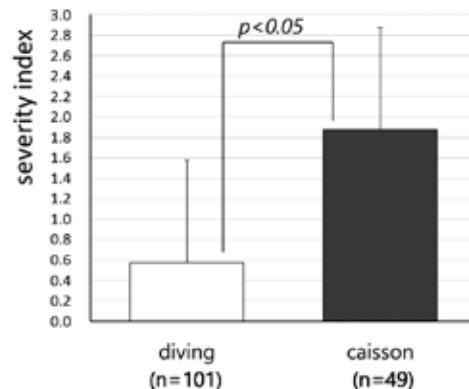


図2 気泡重篤度の比較

参考文献

- 1) Nishi RY: Doppler and ultrasonic bubble detection. In: Bennett PB, Elliott DH, eds. Physiology and Medicine of Diving, 4th ed. London; W.B. Saunders; 1993, 434-453.
- 2) Lambertsen CJ: Relationships of Doppler venous gas embolism to decompression sickness. Offshore technology report 1999-019. HSE; 1997, 60-62.
- 3) Hempleman HV: History of decompression procedures. In: Bennett PB, Elliott DH, eds. Physiology and Medicine of Diving, 4th ed. London; W.B. Saunders; 1993, 361-375.