

Year's Review 2012-2013

潜水医学

伊古美文隆

海上自衛隊 潜水医学実験隊 実験第3部

2012年1月から2013年3月までのDiving and Hyperbaric Medicine 誌より、潜水医学に関する文献を抽出した。主題が同様の論文を分類整理し、順次、その中から重要と思われる論文を選んで紹介したい。

1 基礎研究・潜水生理

低酸素刺激や失血により、哺乳類において脾臓収縮の生ずることが知られている。ヒトを対象とした研究の結果、低酸素刺激のみならず高二酸化炭素が、脾臓収縮による末梢血ヘモグロビン値の上昇に関与することが示唆された¹⁾。ただし、高二酸化炭素と同時に息こらえの脾臓収縮に対する効果に関しても示唆する所見があり、今後これについて検討する必要がある。

パーフルオロカーボン(PFC)は気体を多く溶解する液体であり、人工血液や液体呼吸の研究に用いられている。PFCの減圧症治療における作用機序をヒツジを用いて解析した結果、PFCは血液中の酸素含量だけでなく組織における酸素消費をも増加させることが示された²⁾。この理由については、PFCエマルジョンの粒径が赤血球と比較して非常に小さいため、ある種の毛細血管における血漿のみの流れに乗ったり、組織中へと分散することにより、酸素輸送の過程でPFCが赤血球から組織への橋渡しになっている可能性が考察されている。

これらの論文には共通して、循環系による組織への酸素供給の重要性が述べられており、潜水生理と減圧症治療の基礎研究に関して、生理的不活性ガスの排出とともに、酸素供給をキーワードとした一つの方向性が認められる。

2 減圧障害

保守的な潜水の実践(25m以浅の潜水、再潜水を避ける、バルサルバ法は最小限に留める、減圧潜水は行わない、安全停止を3mで5分とる、といった、窒素の体内への蓄積をなるべく抑えるような潜水法)により、右-左シャントの有無にかかわらず減圧症が予防された³⁾。本研究は、コントロール群との比較ではないため、自然経過を見ている可能性もあるが、保守的な潜水の意義を示唆する結果が得られた。

減圧症の予防に関しては、従来より言われていることではあるが、体内に残留する生理的不活性ガスに注意することが必要であり、今後、減圧症発症誘因の相対的な重要度や体内の気泡と減圧症発症との関連についてより詳細な検討が望まれる。

3 潜水障害

症例報告では、スクーバ潜水後に発症した致死的な肺水腫(SDPE: Scuba Diver's Pulmonary Edema) 3例⁴⁾とブ

ラウン-セカール症候群⁵⁾、息こらえ潜水後の脊髄硬膜外血腫⁶⁾がある。SDPEは、1981年に初めて報告され、現在は浸水性肺水腫(IPE: Immersion Pulmonary Edema)の一種とされている。SDPEは高齢者と心疾患保有者に生じやすく、再発が多く見られる。また、浮上時及び海面到着時に症状の生じることが多い。SDPEを発症した人には、再発率の高さと死亡率の高さを本人に伝えるとともに、爾後の潜水について慎重に考慮すべきことが提唱されている。

オーストラリア潜水救急サービスにおける1991年から17年間の電話相談集計記録では、近年の特徴としてインストラクターからの電話と、高齢のダイバーからの電話が増えたことが挙げられている⁷⁾。潜水事故の集計では、2007年のオーストラリアにおける潜水死亡事故⁸⁾、1998年から10年間のアメリカ水中科学アカデミーにおいて行われた科学潜水で生じた潜水事故⁹⁾、2011年の英国における潜水クラブ員に生じた潜水事故¹⁰⁾、2008年のオーストラリアにおける潜水死亡事故¹¹⁾、についてまとめられている。この内いくつかの報告においては、今後の潜水事故抑制ため、高齢ダイバーに対する対応の重要性が述べられている^{7, 8, 10, 11)}。

4 潜水適性

ニュージーランドの医師に20例のシナリオに対する潜水適性の判定をアンケートした結果、専門家の判定との一致率は、潜水医のほうが一般の医師よりも有意に高かった。このことから、専門教育の重要性が示唆された¹²⁾。英国における潜水時の飲酒に関する調査の結果、ダイビングクラブ等におけるアルコールに対する取り組みの強化が提言された¹³⁾。

以上の他には、喘息¹⁴⁾、1型糖尿病¹⁵⁾、癲癇¹⁶⁾と潜水適性に関する論文が掲載されている。

5 水中危険生物

ある種の箱クラゲ刺傷によって発症するイルカンジ症候群について報告されている^{17, 18)}。このクラゲの刺傷では、全身症状は激しく起こるが、刺されたときの痛みは少なく局所症状もほとんどない。また、刺されてから全身症状が出るまでに25~40分かかると特徴である。主な症状は、体幹部の激しい痛み、嘔気・嘔吐、発汗、頭痛、息切れであり、他の特徴的な症状として、震戦、筋の痙攣、血圧上昇、不整脈、持続勃起、悪寒戦慄を認めることがある。本症候群においては、世界標準となる診断基準や治療法が未だ作成されていないことと、もともとオーストラリア北東部に集中していた患者の報告が近年世界的な広がりを見せていることが問題となっている。

6 その他

高気圧環境下における超音波診断の有用性に関する報告¹⁹⁾と、歯科用セメントにおける繰り返す圧負荷の影響を検討した報告²⁰⁾とがある。ある種の歯科用セメントでは、繰り返しの圧負荷により有意に接着力の減少が認められた。このことから、ダイバーの歯科治療においては、用いるセメントに配慮することの重要性が示された。

以上、多岐にわたる網羅的な内容をできる限りまとめて示すことを試みた。本報告を、今後の診療もしくは研究、そして、潜水の安全対策にお役立ていただければ幸いである。

【参考文献】

- 1) Richardson MX et al.: Effect of hypercapnia on spleen-related haemoglobin increase during apnea. *Diving Hyperb Med.* 2012 Mar;42 (1) :4-9.
- 2) Smith CR et al.: The effect of intravenous perfluorocarbon emulsions on whole-body oxygenation after severe decompression sickness. *Diving Hyperb Med.* 2012 Mar;42 (1) :10-7.
- 3) Klingmann C et al.: Lower risk of decompression sickness after recommendation of conservative decompression practices in divers with and without vascular right-to-left shunt. *Diving Hyperb Med.* 2012 Sep;42 (3) :146-50.
- 4) Edmonds C et al.: Scuba divers' pulmonary oedema: recurrences and fatalities. *Diving Hyperb Med.* 2012 Mar;42 (1) :40-4.
- 5) Louge P et al.: MRI features of spinal cord decompression sickness presenting as a Brown-Sequard syndrome. *Diving Hyperb Med.* 2012 Jun;42 (2) :88-91.
- 6) Tremolizzo L et al.: A case of spinal epidural haematoma during breath-hold diving. *Diving Hyperb Med.* 2012 Jun;42 (2) :98-100.
- 7) Wilkinson D, Goble S.: A review of 17 years of telephone calls to the Australian Diver Emergency Service (DES). *Diving Hyperb Med.* 2012 Sep;42(3) :137-45.
- 8) Lippmann J et al.: Provisional report on diving-related fatalities in Australian waters 2007. *Diving Hyperb Med.* 2012 Sep;42 (3) :151-70.
- 9) Dardeau MR et al.: The incidence of decompression illness in 10 years of scientific diving. *Diving Hyperb Med.* 2012 Dec;42 (4) :195-200.
- 10) Cummings B.: British Sub-Aqua Club (BSAC) diving incidents report 2011. *Diving Hyperb Med.* 2012 Dec;42 (4) :234-6.
- 11) Lippmann J et al.: Provisional report on diving-related fatalities in Australian waters 2008. *Diving Hyperb Med.* 2013 Mar;43 (1) :16-34.
- 12) Sames C et al.: Postal survey of fitness-to-dive opinions of diving doctors and general practitioners. *Diving Hyperb Med.* 2012 Mar;42 (1) :24-9.
- 13) St Leger Dowse M et al.: Alcohol and UK recreational divers: consumption and attitudes. *Diving Hyperb Med.* 2012 Dec;42 (4) :201-7.
- 14) Ivkovic D et al.: Effect of a single pool dive on pulmonary function in asthmatic and non-asthmatic divers. *Diving Hyperb Med.* 2012 Jun;42 (2) :72-7.
- 15) Jendle J et al.: Swedish recommendations on recreational diving and diabetes mellitus. *Diving Hyperb Med.* 2012 Dec;42 (4) :231-3.
- 16) Smart D, Lippmann J.: Epilepsy, scuba diving and risk assessment. Near misses and the need for ongoing vigilance. *Diving Hyperb Med.* 2013 Mar;43 (1) :37-41.
- 17) Carrette TJ et al. Irukandji syndrome: a widely misunderstood and poorly researched tropical marine envenoming. *Diving Hyperb Med.* 2012 Dec;42 (4) :214-23. Review.
- 18) Carrette TJ, Seymour JJ.: Long-term analysis of Irukandji stings in Far North Queensland. *Diving Hyperb Med.* 2013 Mar;43 (1) :9-15.
- 19) Gawthrop IC.: Ultrasound in diving and hyperbaric medicine. *Diving Hyperb Med.* 2012 Mar;42 (1) :36-9. Review.
- 20) Gulve MN et al.: The effect of environmental pressure changes on the retentive strength of cements for orthodontic bands. *Diving Hyperb Med.* 2012 Jun;42 (2) :78-81.