

Annual review

Annual review 2015-2016: 基礎編

— HBOT・潜水医学

伊古美文隆

防衛医科大学校 防衛医学研究センター

2015～2016年に発表された学術論文を、Diving, Hyperbaric Oxygen therapy, decompression, underwater blastなどをキーワードとし、PubMed上で渉猟した。恣意的ではあるが、これら文献の中から、学術的に興味深いもの及び実用的な観点から重要性の高いと思われるものを選択して紹介した。また、内容は多岐にわたるので、以下のとおり5つに分類整理した。1. 潜水生理, 2. 減圧症, 3. 高気圧酸素治療・ガス生物学, 4. 水中爆傷, 5. その他(疾病, 水中危険生物, 飽和潜水など)。

最初の、潜水生理では、素潜りにおける循環反射についての検討¹⁾、舌咽頭吸入法の循環動態への影響²⁾、脳への酸素供給に対する息こらえの影響³⁾などが報告されている。比較生理学的な観点からは、ヒゲクジラ舌における血液の対向流による熱交換機構⁴⁾、アザラシ肺胞表面活性物質の解析⁵⁾、イルカ白血球活性化への圧の影響⁶⁾などがあった。

2番目の減圧症に関しては、潜水に伴う血中マイクロパーティクル量の増加^{7,8)}、減圧症に対する抗血小板薬やニトロ製剤の効果についての報告^{9,10)}があった。また、摘出血管を用いた実験では、部位差はあるものの、減圧症による平滑筋収縮力の低下が報告されている¹¹⁾。

3番目の高気圧酸素治療・ガス生物学に関しては、反復する高気圧酸素曝露による脳外傷後のアストロサイトーシス軽減¹²⁾、一酸化炭素中毒に対する光治療の可能性¹³⁾、高気圧酸素と血糖値及び脳酸素中毒との関係¹⁴⁾などが報告されていた。さらに、希ガス・メタン・水素といった生体内で比較的安定とされてきたガスの生理作用及び治療応用への可能性についての報告が散見された^{15～18)}。

4番目の水中爆傷に関する文献には、過去の症例からの水中爆発による腹部臓器や肺の損傷に対する特性の解析¹⁹⁾、浅海面に敷設された地雷の効果^{20,21)}などが見られた。

5番目のその他には、素潜りによる小児の動脈ガス塞栓症の症例²²⁾、浸水性肺水腫の病態とシルデナフィルの有効性に関する検討²³⁾、オーストラリア周辺海域におけるアニサキス科幼線虫分布の調査²⁴⁾、飽和潜水による認知機能や蛋白発現の変化についての解析^{25,26)}などがあった。

以上、潜水医学に関する最新の基礎的論文を紹介した。これらの知見が、今後の研究や診療に役立つような文献を見出す手がかりとなれば幸いである。

参考文献

- 1) Schipke JD et al.: Loss of consciousness via oculocardiac reflex during deep breath-hold diving. *Int J Cardiol.* 2015 Aug; 193: 56-57.
- 2) Kyhl K et al.: Organ perfusion during voluntary pulmonary hyperinflation; a magnetic resonance imaging study. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2016 Feb; 310 (3): H444-451.
- 3) Willie CK et al.: Regulation of brain blood flow and oxygen delivery in elite breath-hold divers. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2015 Jan; 35 (1): 66-73.
- 4) Ekdale EG et al.: Passive restriction of blood flow and counter-current heat exchange via lingual retia in the tongue of a neonatal gray whale *Eschrichtius robustus*

- (Cetacea, Mysticeti). *Anat Rec (Hoboken).* 2015 Apr; 298 (4): 675-679.
- 5) Gutierrez DB et al.: Phosphatidylcholine composition of pulmonary surfactant from terrestrial and marine diving mammals. *Respir Physiol Neurobiol.* 2015 Jun; 211: 29-36.
- 6) Thompson LA et al.: Beluga (*Delphinapterus leucas*) granulocytes and monocytes display variable responses to in vitro pressure exposures. *Front Physiol.* 2015 May; 6: 128.
- 7) Thom SR et al.: Association of microparticles and neutrophil activation with decompression sickness. *J Appl Physiol (1985).* 2015 Sep; 119 (5): 427-434.
- 8) Fahlman A et al.: Dive, food, and exercise effects on blood microparticles in Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*): exploring a biomarker for decompression sickness. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2016 Apr; 310 (7): R596-601.
- 9) Lambrechts K et al.: Mechanism of action of antiplatelet drugs on decompression sickness in rats: a protective effect of anti-GPIIb/IIIa therapy. *J Appl Physiol (1985).* 2015 May; 118 (10): 1234-1239.
- 10) Randsoe T et al.: Effect of nitric oxide on spinal evoked potentials and survival rate in rats with decompression sickness. *J Appl Physiol (1985).* 2015 Jan; 118 (1): 20-28.
- 11) Mazur A et al.: Influence of decompression sickness on vasoconstriction of isolated rat vessels. *J Appl Physiol (1985).* 2016 Apr; 120 (7): 784-791.
- 12) Lavnja I et al.: Repetitive hyperbaric oxygenation attenuates reactive astrogliosis and suppresses expression of inflammatory mediators in the rat model of brain injury. *Mediators Inflamm.* 2015; 2015: 498405.
- 13) Zazzeron L et al.: Pulmonary Phototherapy for Treating Carbon Monoxide Poisoning. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015 Nov; 192 (10): 1191-1199.
- 14) Eynan M et al.: Alteration of blood glucose levels in the rat following exposure to hyperbaric oxygen. *J Appl Physiol (1985).* 2015 Sep; 119 (5): 463-467.
- 15) Hara F et al.: Molecular Hydrogen Alleviates Cellular Senescence in Endothelial Cells. *Circ J.* 2016 Aug; 80 (9): 2037-2046.
- 16) Blatteau JE et al.: Xenon Blocks Neuronal Injury Associated with Decompression. *Sci Rep.* 2015 Oct; 5: 15093.
- 17) Chen O et al.: Methane attenuates myocardial ischemia injury in rats through anti-oxidative, anti-apoptotic and anti-inflammatory actions. *Free Radic Biol Med.* 2016 Jan; 90: 1-11.
- 18) Smit KF et al.: Noble gases as cardioprotectants - translatability and mechanism. *Br J Pharmacol.* 2015 Apr; 172: 2062-2073.
- 19) Lance RM et al.: Human Injury Criteria for Underwater Blasts. *PLoS One.* 2015 Nov; 10(11): e0143485.
- 20) Han GF et al.: Characteristics and mechanisms of extremity injuries caused by mine blasts in shoals. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015 Sep; 21 (5): 337-343.
- 21) Han G et al.: Characteristics and mechanisms of cardiopulmonary injury caused by mine blasts in shoals: a randomized controlled study in a rabbit model. *PLoS One.* 2013 Dec; 8 (12): e81310.
- 22) Harmsen S et al.: Presumed Arterial Gas Embolism After Breath-Hold Diving in Shallow Water. *Pediatrics.* 2015 Sep; 136 (3): e687-690.
- 23) Moon RE et al.: Swimming-Induced Pulmonary Edema: Pathophysiology and Risk Reduction With Sildenafil. *Circulation.* 2016 Mar; 133 (10): 988-996.
- 24) Shamsi S et al.: Occurrence of *Terranova* larval types (Nematoda: Anisakidae) in Australian marine fish with comments on their specific identities. *Peer J.* 2016 Mar; 4: e1722.
- 25) Hou G et al.: Mental abilities and performance efficacy under a simulated 480-m helium-oxygen saturation diving. *Front Psychol.* 2015 Jul; 6: 979.
- 26) Domoto H et al.: Up-Regulation of Antioxidant Proteins in the Plasma Proteome during Saturation Diving: Unique Coincidence under Hypobaric Hypoxia. *PLoS One.* 2016 Oct; 11 (10): e0163804.