

一般演題 2 O2-03

深深度飽和潜水における安静時脳機能結合と筋力発揮機能の関係性について

○岩川孝志

海上自衛隊 潜水医学実験隊

【背景】

深深度飽和潜水では最大筋力は低下し、静的発揮筋力時の動揺が大きくなることから、筋力発揮能力が低下する¹⁾。この筋力発揮能力の低下が生じる仮説として、高圧暴露による神経機能の変化が影響していることが考えられている²⁾。安静時脳機能結合は加齢や学習に伴う脳機能の変化を反映していることが近年報告されている³⁾。そこで本研究では大気圧および深深度飽和潜水において安静時脳機能結合の様態を比較し、深深度飽和潜水における筋力発揮機能の低下との関連性を検討することとした。

【方法】

本研究では成人男性9名（全例右利き）を対象とした。大気圧、深度440mに相当する深深度飽和潜水において、利き手の最大筋力、および最大筋力の20%に相当する筋力発揮を持続的に3分間行った際の筋力値を記録した。持続的筋力発揮時の筋力値データを用い、筋力値の変動係数を算出した。また、安静開眼時の脳波を頭皮上19箇所から導出・記録し、低解像度脳電磁トモグラフィ法⁴⁾を利用して、安静時に出現する前頭、注意、デフォルトモード、感覚運動、視覚、の各ネットワークにおける電流密度を算出した。さらにこの電流密度の時系列データから、各ネットワーク内、および各ネットワーク間の任意の2箇所における機能結合値を算出した。機能結合値の算出条件は、時間遅れのある場合とない場合、 $\beta \cdot \alpha \cdot \theta \cdot \delta$ の周波数帯毎、合計8条件とした。

【結果】

深深度飽和潜水において感覚運動ネットワーク内の2領域（NMI座標 [1, -3, 61] および [-20, -53, -24]）における機能結合値（算出条件：時間遅れのある場合、周波数帯 δ ）が大気圧より高値を示す傾向を示した（ $p=0.062$ ）。一方、この2領域間の機能結合値の変化量（大気圧と深深度飽和潜水の差）と、最大筋力値および筋力の変動係数の変化量（大気圧と深深度飽和潜水の差）の相関関係を分析したところ、有意な相関関係は見出されなかった（ $p>0.05$ ）。

【考察】

本研究の結果、深深度飽和潜水において安静時脳機能結合値が増大する傾向を示した脳領域が存在した。この脳領域は感覚運動ネットワーク内の2領域であり、ブロード

マンエリア（Broadman area : BA）6（運動前野）およびBA19（視覚連合野）に相当する箇所であった。特に本研究の持続的筋力発揮課題はディスプレイ上に発揮された筋力値が表示され、その筋力値を常に目標の筋力値と一致させることを要求されるものであった。従って、この2領域の機能結合が上昇することで、筋力動揺の低下が予想された。しかしながら、深深度飽和潜水に伴う機能結合の増大は、最大筋力の低下や筋力の変動係数との関連性が見出されなかった。従って、深深度飽和潜水において発生する筋力発揮機能の低下と安静時脳機能結合は関連していないものと考えられた。

参考文献

- 1) 岩川孝志ら：深深度（45ATA）飽和潜水における筋力発揮能力と sLORETA 脳内電流密度. 日本高気圧潜水医学雑誌 2024 ; 59(1) : 17-25.
- 2) Hou G et al.: Mental abilities and performance efficacy under a simulated 480-m helium-oxygen saturation diving. Front Psychol 2015 ; 6 : 979.
- 3) Albert NB et al.: The resting human brain and motor learning. Curr Biol 2009 ; 19(12) : 1023-1027.
- 4) Pascual-Marqui RD: Satanized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details, Methods Find Clin Pharmacol 2002 ; 24 : Suppl D5-D12.