

## 一般演題5 O5-6

シミュレーション深深度飽和潜水時における  
静的筋力発揮課題中の脳内神経活動

岩川孝志

海上自衛隊 潜水医学実験隊 実験第3部

## 【背景】

筆者はこれまで深度440mに相当する深深度飽和潜水環境において静的に筋力を発揮した場合、発揮した筋力の安定性が低下することを報告して来ている<sup>1)</sup>。筆者が用いている静的筋力発揮課題は、発揮筋力値が表示されるディスプレイを観察しながら、予め教示を受けた筋力値に発揮筋力が合致し続けるように発揮筋力を調節するものである。この課題を行う間、活動筋に対して運動の指令を発する際に重要な1次運動野(ブロードマンエリア [BA] 6)、筋力値を監視する際に重要な視覚野(1次視覚野 [BA17]、2次視覚野 [BA18]、視覚連合野 [BA19])、発揮した筋力の感覚を受容する際に重要な感覚野 (BA1・2・3)、感覚情報を利用して運動する際に重要な運動前野 (BA4)、といった脳領域が活発に活動すると考えられる。そこで深深度飽和潜水環境において、これらの脳領域の神経活動が大気圧環境と比較して変化することで、静的筋力発揮課題遂行時における筋力発揮の安定性低下が生じるという仮説が考えられる。本研究では Pascal-Maquira が開発した<sup>2)</sup> 頭皮上から導出した脳波語録によって脳神経活動を反映する脳内電流密度を算出し得る低解像度脳電磁トモグラフィ (LORETA) の増補改訂版である sLORETA<sup>3)</sup> を用いて、静的筋力発揮課題中の脳内電流度を、深深度飽和潜水環境と大気圧環境とで比較、検証することを目的とした。

## 【方法】

被験者は右利きの成人男性10名であった。大気圧環境(呼吸ガス:空気)と、深度440mに相当する・シミュレーション飽和潜水環境(呼吸ガス:ヘリウム-酸素)において、被験者に以下の2つの運動を行わせた。(1)最大努力での静的掌握運動(SHG)を3秒間、(2) (1)で記録された筋力値の最大値の20%に相当するSHGを3分間。運動中の発揮筋力値、および国際10-20法に基づいた頭皮上19個所の電極から導出した脳波を記録した。(2)の運動中において発揮された筋力値の平均変動係数(CV)と、sLORETAを用いてBA1・2・3・4・6・17・18・19の平均電流密度を算出した。

## 【結果】

シミュレーション飽和潜水環境における筋力値の平均CVは大気圧環境と比較して有意に高値を示した( $p < 0.05$ )。一方、平均電流密度はどのBAにおいても、両環境で有意な差は観察されなかった。

## 【考察】

シミュレーション飽和潜水環境における筋力値の平均CVが大気圧環境よりも高値を示したことは、本研究で対象としたような深深度飽和潜水環境において発揮筋力のプレが大きくなり、筋力発揮の安定性が低下することを示唆している。一方、本研究で対象とした各脳領域の脳内電流密度は、大気圧環境とシミュレーション飽和潜水環境の間に有意な差が観察されなかった。このことは本研究で仮説として考えた1次運動野、視覚野、覚野、運動前野の各脳領域の神経活動に両環境で差はなく、これらの脳領域で神経活動が増えたり、減ったりして深深度飽和潜水環境における筋力発揮の安定性低下が起きている訳ではないことを示している。近年、1次運動野近傍の脳波と活動筋の筋電図の時間的相同性(コヒーレンス)と発揮筋力の安定性の関係性が検討され、コヒーレンスの大きさは発揮筋力の安定性の低さと正の相関を示したことが報告されている<sup>4)</sup>。そこで筆者は大気圧環境と本研究と同様の深度となる深度440mの飽和潜水において脳波と活動筋の筋電図のコヒーレンスを比較したところ、コヒーレンスが增大していたことを見出した<sup>5)</sup>。筆者はこのコヒーレンスの増大が深深度飽和潜水における筋力発揮の安定性の低下に貢献しているものと考えているところである。

## 引用文献

- 1) 岩川孝志: 440mシミュレーション飽和潜水時における筋力調節機能について, 潜水医学 実験隊報告2010; 26: 12-14.
- 2) Pasqual-Marqui R, Lehmann D, Koenig T et al.: Low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA) functional imaging in acute, neurdeptic-naive, first episode productive schizophrenia, Psychiatry Res 1999; 90: 169-179.
- 3) Pasqual-Marqui R: Standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details, Methods and Findings in Exp Clin Pharmacol 2002; 24D: 5-12.
- 4) Ushiyama J, Yamada J, Liu M, Ushiba J: Individual difference in  $\beta$ -band corticomuscular coherence and its relation to force steadiness during isometric voluntary ankle dorsiflexion in healthy humans, Clin Neurophysiol 2017; 128: 303-311.
- 5) 岩川孝志: 深深度飽和潜水における筋力調節安定性の低下, 潜水医学実験隊報告 2021; 37: 1-4.