

## 一般演題8-6

### シミュレーション飽和潜水時における筋力発揮感覚に対する、一側肢への筋力フィードバックの効果

岩川孝志 小沢浩二 只野 豊 徳永徹二  
海上自衛隊 潜水医学実験隊

#### 【背景】

我々はこれまで、おおむね深度150mを超えるような深海飽和潜水時において、最大筋力や、筋力安定性、筋力発揮感覚などの身体運動関連機能が低下することを報告してきている<sup>1,2)</sup>。深度150mを超えるような深海飽和潜水時に発生する神経機能の変調により、いわゆる高圧神経症候群が引き起こされることは良く知られており、我々はこの身体運動関連機能の低下も、高圧暴露により運動の遂行を支える神経機能に変調が生じることによるものであると推察している。

深海飽和潜水時において、過去我々は筋力のフィードバックがない場合、ターゲットとする筋力以上に筋力を発揮してしまうことを観察した<sup>1)</sup>。このことから、深海飽和潜水時において筋力のフィードバックなしに作業を続けた場合、過剰な筋力発揮がなされて、結果として疲労が早期に招来されることが予想され、潜水作業の安全性を低下させる可能性が考えられなくもない。そこで、本研究では深海飽和潜水時において、一側肢の筋力を自由にモニターしながら筋力発揮をさせる筋力フィードバック手法を用いて、反対肢において筋力発揮感覚を同調させることで、筋力発揮感覚の低下をどの程度を修正できるか検討することとした。

#### 【方法】

成人男性6名(平均年齢34.5±5.5歳)を被験者とした。彼らには大気圧-空気環境(1ATA-Air)、および深度200~250mに相当するヘリウム酸素環境(SAT)において、以下の3つのテストを行わせた。1. 右手および左手を用いた最大努力による筋力発揮(MVC)テスト、2. 発揮筋力値の提示なしに「自らが最大発揮できる筋力の30%」および「自らが最大発揮できる筋力の50%」に相当する筋力発揮を右手を用いて3秒間行わせる筋力発揮感覚テスト、3. 左手に対して発揮筋力値の提示を行いつつ右手の30%MVCあるいは50%MVCに相当する筋力発揮を10秒間行わせる一方、右手では左手の筋力発揮が5秒間行われた時点から、発揮筋力値の提示なしに左手の筋力発揮感覚と同等になるように5秒間筋力発揮を行わせる一側肢への筋力フィードバックテスト。筋力発揮感覚の評価は、各環境におけるテストにおいて実際に発揮した筋力値を各環境のMVCで除して相対値化した後に、目標とすべき

30%MVCあるいは50%MVCを減じた値を $\Delta F$ として算出し、 $\Delta F$ が小さいほど正確に筋力発揮がなされていることから、これが小さいほど「筋力発揮感覚は高い」とした。

#### 【結果】

MVCテストの結果、SATにおける右手および左手のMVCは1ATA-Airよりも有意に低値を示した(いずれも $p<0.05$ )。筋力発揮感覚テストの結果、1ATA-AirとSATを比較すると30%MVCにおいても50%MVCにおいても、 $\Delta F$ はSATにおいて有意に高値を示していた(いずれも $p<0.05$ )。SATにおいて、一側肢への筋力フィードバックを行った場合の $\Delta F$ と行わなかった $\Delta F$ (すなわち、筋力発揮感覚テスト時の $\Delta F$ )を比較すると、30%MVCにおいても50%MVCにおいても、両者の間に統計的な差は観察されなかった。

#### 【考察】

筋力発揮感覚テストにおいて、30%MVCでも50%MVCでも $\Delta F$ がSATにおいて1ATA-Airよりも高値を示していたことは、深海飽和潜水時においてフィードバックなしに筋力発揮を行わせると過剰に筋力を発揮してしまうことを示しており、筋力発揮感覚が低下していることを示唆するものである。また、MVCがSATにおいて低下していたことも含め、我々が過去に観察した知見<sup>1,2)</sup>と同様であり、本研究におけるSATにおいても、身体運動関連機能が低下していたことが示唆される。

一方、SATにおいて発揮筋力値の提示なしに筋力発揮させた場合の $\Delta F$ と、一側肢に対して発揮筋力値を提示しつつ筋力発揮を行った場合の $\Delta F$ は、30%MVCにおいても50%MVCにおいても差がなかった。このことから、本研究で行ったような一側肢に対して筋力フィードバックを行い、その筋力発揮感覚情報を利用して反対肢で同調させるような手法では、深海飽和潜水時における筋力発揮感覚の低下を抑制することは難しいと考えられた。加齢によって生じる筋力発揮感覚の低下に対して、筋力トレーニングが有効であった知見<sup>3)</sup>があることから、我々は今後、深海飽和潜水時における筋力発揮感覚の低下を抑制する手段としても筋力トレーニングが利用可能なのではないかと考えている。

#### 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) 岩川孝志: 潜水員の基礎的運動機能に関する研究. 潜水医学実験隊報告 2011; 27: 10-15.
- 3) 吉武康栄, 中本浩揮, 上英俊: 力発揮に対する力量感覚の加齢変化と筋力トレーニングによる効果の解明. 第26回健康医科学研究助成論文集 2011: 131-141.