

一般演題4-4

440mシミュレーション飽和潜水環境における中強度静的運動中の筋活動

岩川孝志 中林和彦 小沢浩二

海上自衛隊 潜水医学実験隊

【緒言】我々はこれまで、440mシミュレーション飽和潜水環境下において最大筋力や筋力調節機能が低下することを報告して来ている。これらの運動機能においては神経性調節が非常に重要であることと、概ね150m以深の深深度潜水において神経機能が正常に機能しない高圧神経症候群という神経症状が見られることから、これら運動機能の低下には高圧環境が影響して生じる神経機能の変化が関与しているものと予想している。運動機能の一つである筋持久力の規定要因の中には、神経系の機能が含まれている。そこで、高圧環境による神経機能への影響により、筋持久力が低下するのではないかと考えられる一方で、深深度潜水では環境の酸素分圧を地上よりも高く保つことが行われるために筋への酸素供給が増大し、筋持久力が向上することも考えられなくもない。しかしながら現状では、深深度潜水時における筋持久力の変化の有無について、ほとんど報告が見られていない。

【目的】本研究では440m飽和潜水シミュレーション環境における静的運動中の筋活動を分析し、深深度潜水時の筋持久力について検討することを目的とした。

【方法】0mおよび440m（環境 $PO_2=0.4\sim 0.5\text{atm}$ ）において、成人男性10名にそれぞれの環境で測定した最大握力（MVC）の20%、25%、30%、35%、40%の静的掌握運動（SHG）を各30秒間行わせる＜実験1＞と、30%のSHGを3分間行わせる＜実験2＞を実施した。運動中、主動筋となる浅指屈筋から1kHzの頻度で筋電図を導出した。筋電図は積分処理し、各環境でMVCを計測時に記録された積分筋電値（iEMG）で除して標準化した。さらにEMGの平均周波数（MPF）を、高速フーリエ変換法を用いて算出した。

【結果】＜実験1＞の結果、0mと比較して440mではすべての運動強度においてiEMGが高値を示していた（ $p<0.05$ ）。＜実験2＞においては、0mでは疲労時の

筋電図の特徴である、運動継続に伴う1) iEMGの増大、2) MPFの低下が観察されたものの、440mにおいてはこの2つの変化がほとんど観察されなかった。さらに、iEMGの増加速度とMPFの低下速度を算出すると0mと比較して440mではどちらも有意に低値を示していた（ともに $p<0.01$ ）。

【考察】＜実験1＞の結果、440mでは30秒程度のごく短時間、中強度の筋収縮を行うと大気圧下と比較して、筋活動レベルがより高くなることが示唆された。筋活動レベルが高くなれば、活動筋の負担が増大することが予想されるものの、高酸素環境下の運動では筋活動は増大していても、疲労が遅延してパフォーマンスが向上した報告もある（Tucker et al. 2007）。実際、＜実験2＞において440mにおいて中強度の筋収縮を持続的に行った場合、筋疲労によって生じる筋活動の変化であるiEMGの増大、MPFの低下が大気圧下と比較して、むしろ抑制されていた。このことは、本研究で対象としたような深深度潜水では筋持久力が向上する可能性を示している。その背景として、1) 440mでは環境圧の酸素分圧が大気圧下よりも高かったこと、2) 440mでは最大筋力の低下が起こっており、相対負荷を大気圧下と同等に維持するために、440mで発揮筋力（絶対値）は大気圧下と比較して低かった（大気圧 $12.9\pm 2.7\text{kg}$ vs. 440m $11.0\pm 2.9\text{kg}$; $p<0.01$ ）ことで筋収縮に伴う筋内圧の上昇が低く活動筋に対する血流の阻害が少なかったこと、以上の2つにより活動筋への酸素供給状態を大気圧下よりも高く維持され、疲労を遅らせていることが予想される。