

■ はじめに

浸水は身体に様々な生理学的影響を及ぼす。特に水圧は下肢の血液を胸部に移動するように作用するため、静脈還流や一回拍出量の増加が生じる。また、胸部の血液集中は肺毛細血管内の血液量を増加させることになり、結果として肺のコンプライアンスを低下させることが明らかにされている。このような水中環境での運動は同強度の陸上運動よりも呼吸筋を活用するため、水中運動中は陸上運動とは異なる換気応答を示す可能性がある。本研究の目的は、水中自転車運動が運動中換気パターンに及ぼす影響を調査することである。

■ 方法

1. 被験者

健康成人男性12名 (24±1歳, 174.8±4.3cm, 68.1±5.7kg, 最大酸素摂取量: 39.8±4.1ml/kg/min) を対象とした。

2. 実験プロトコル

被験者は実験室に3度入室し、以下の測定をそれぞれ別日に実施した: 1) 最大酸素摂取量 (VO_{2peak}) 測定, 2) 水中自転車運動 (WC) 条件, 3) 陸上自転車運動 (LC) 条件。WC条件は、水中環境 (31~32°C, 剣状突起水位) で4分間座位安静し、自転車運動を行った。自転車運動は30, 45, 60回転/分 (順にstage1, 2, 3) の自転車運動を5分間ずつ連続的に行った。LC条件は4分間陸上で座位安静を行った後、3つのステージでなる15分間の自転車運動を実施した。各ステージは5分とし、WC条件中の各ステージの酸素摂取量と同等の運動強度を負荷し、WC条件と同様の自転車運動を再現した。測定項目は4分間の座位安静と15分間の運動中における運動強度指標および換気応答について呼気ガス分析装置を用いて測定した。運動強度指標は酸素摂取量 (VO_2)、心拍数 (HR)、主観的運動強度 (RPE) とし、換気応答は分時換気量 (VE)、呼吸数 (RR)、吸気時間 (Ti)、吸気量 (TV I)、吸気フロー (TV I/Ti)、呼気時間 (Te)、呼気量 (TV E)、呼気フロー (TV E/Te)、終末呼気二酸化炭素 (PETCO₂) とした。

■ 結果

【運動強度指標】 VO_2 , HR, RPEは運動強度が上昇するに伴って有意に増加したが (all $p < 0.05$)、条件間および交互作用に有意な差はなかった (all $p > 0.05$)。

【換気応答】全ての換気応答変数は運動強度が増加する

に伴って、変化した (all $p < 0.05$)。両条件において、VEの変化は同様であったが、RRは有意な交互作用を示し ($p = 0.017$)、stage3でLC条件よりもWC条件で高値であった ($p = 0.012$)。また、呼気相においては、両条件間において、TV E、TV E/Teは同様に増加し、Teも同様に減少した。一方、吸気相において、TiおよびTV I/Tiは有意な交互作用を示し ($p = 0.007$, $p = 0.006$)、多重比較の結果、stage3におけるTV I/TiはLC条件よりもWC条件で高値を示し ($p = 0.035$)、Tiは低値を示した ($p = 0.025$)。さらに、安静時PETCO₂はLC条件よりもWC条件で高値を示し ($p < 0.001$)、stage3では低値を示した ($p = 0.011$)。

■ 結論

15分間の自転車運動中における酸素摂取量、分時換気量、一回換気量は両条件間でほぼ同様であった。しかし、stage3の中等度運動中において、水中自転車運動中に浅くて速い換気がみられた。これらの結果は中等度の水中運動は陸上運動よりも吸気機能に負荷をかけることを示唆しており、長期の水中運動が呼吸システムに好影響を及ぼす可能性を示唆している。

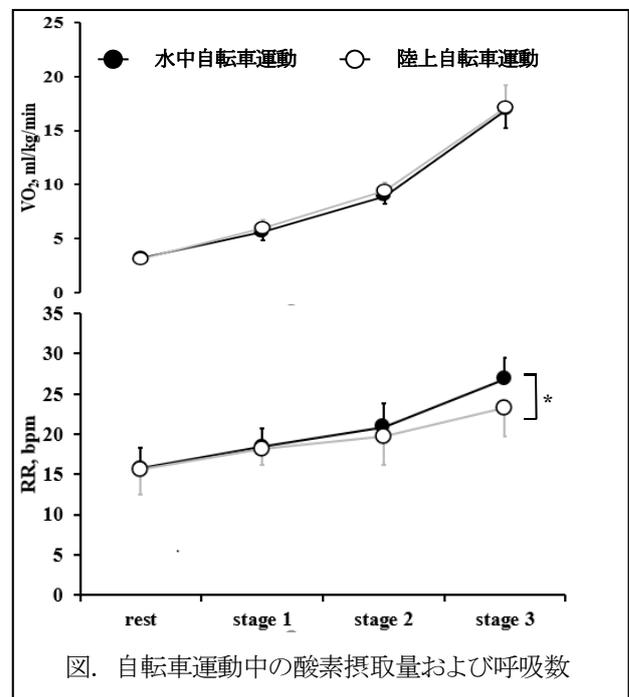


図. 自転車運動中の酸素摂取量および呼吸数

代表発表者 **星 大輔 (ほし だいすけ)**
 所属 **筑波大学大学院 人間総合科学学術院
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所**
 問合せ先 〒305-0006 茨城県つくば市天王台 1-1-1
 TEL: 080-1654-7152
 daihoshi@outlook.jp

■キーワード: (1) 浸水
 (2) 水中自転車運動
 (3) 換気応答

■共同研究者:

福家 真理那^{1,2)}, 樽味 孝^{1,2)},
 菅原 順^{1,2)}, 渡部 厚一¹⁾

1) 筑波大学
 2) 国立研究開発法人産業技術総合研究所