

水中運動中における肺気量分画の変化

医療・福祉・介護

SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

慢性呼吸器疾患患者は運動中に息を十分に吐きだせない所見を有する。健常者の一回換気量は運動中に増加し、代償的に予備吸気量および予備呼気量が減少するが、慢性呼吸器疾患患者は運動時の予備呼気量の増加、つまり動的肺過膨張が生じる（肺が拡張した状態で浅い呼吸を繰り返す）。この動的肺過膨張は労作時の呼吸困難感を増加させる主要因となり、疾患患者の運動耐容能の減少に影響を及ぼす。このような疾患患者に対して運動療法は症状軽減のための重要なアプローチとなるが、運動時の呼吸困難を誘発させるため、運動の効果や継続率は低い。

一方、水中運動は浮力により関節に対する負担が小さい運動様式とされているが、水中環境は安静時の予備呼気量を減少させることが報告されている。しかし、運動中の予備呼気量にどう作用するか明らかにされていない。本研究は、水中運動中の肺気量分画の変化を明らかにするため、酸素摂取量を一致させた陸上運動と水中運動を実施し、その際の換気応答および予備吸気量と予備呼気量を比較した。

■ 方法

1. 被験者

9名の健常者（性別：女性4名、男性5名、年齢：25 ± 2 歳，身長：167.8 ± 7.6 cm，体重：64.1 ± 7.9 kg，BMI：23 ± 1）を対象とした。

2. 実験プロトコル

対象者は3度実験室に来室し、以下の測定を各日程で実施した。1) 漸増運動による最大酸素摂取量測定、2) 水中自転車運動、3) 陸上自転車運動。各日程は最低72時間空けて実施した。水中自転車運動では、31-32度の水温かつ対象者の剣状突起までの水位で行った。水中自転車運動および陸上自転車運動は、各条件下で8分間の座位安静を行い、その後、11分間の低強度と中等度強度の自転車運動をランダムクロスオーバーデザインにて実施した。測定項目は、呼気ガス分析装置によって代謝指標と換気指標を継続的に測定し、肺気量指標はスパイロシステムを使用して安静終了および運動終了直前30秒間を平均化し、個人の肺活量で補正した。

3. 統計解析

すべてのデータは平均値 ± 標準偏差で示した。すべての指標において、繰り返しのある二元配置分散分析

（条件：陸上 vs 水中，ステージ：安静 vs 低強度 vs 中等度強度）を実施した。

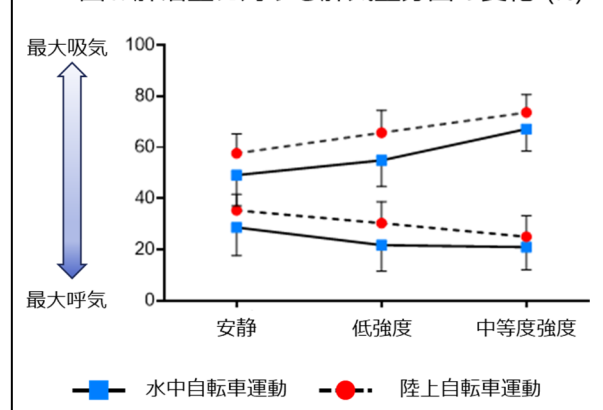
■ 結果

- 代謝指標：酸素摂取量は有意な交互作用および条件の主効果を示さなかった ($P > 0.05$)。
- 換気指標：分時換気量および呼吸数は有意な交互作用を示し、中等度強度水中運動中の分時換気量および呼吸数は陸上運動よりも高値を示した（すべて $P < 0.05$ ）。一方、一回換気量は有意な交互作用を示さなかったものの、条件の主効果は有意差を示した（水中運動の方が陸上運動よりも低値）。
- 肺気量指標：肺活量は条件間で有意な差はなかったにも関わらず、水中運動中は予備吸気量が陸上運動よりも高値を示し（条件主効果： $P = 0.004$ ），予備呼気量は低値を示す傾向にあった（条件主効果： $P = 0.029$ ）（図1）。つまり、水中運動は陸上運動よりも相対的に低い肺気量位（呼気側）で呼吸を行っていることが示唆された。

■ 結論

水中運動は陸上運動よりも相対的に低い肺気量位（呼気側）で呼吸を行い、中等度強度では分時換気量および呼吸数が陸上運動よりも高値を示す可能性がある。したがって、水中運動は呼吸器疾患患者特有の動的肺過膨張を軽減しながら運動ができる運動様式かもしれない。

図1. 肺活量に対する肺気量分画の変化 (%)



代表発表者 星 大輔（ほし だいすけ）
所 属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
問合せ先 〒305-8563 茨城県つくば市東 1-1-1
TEL: 080-1654-7152 FAX: 080-1654-7152
dai.hoshi@aist.go.jp

■キーワード：(1)呼吸生理学
(2)水中環境
(3)運動中の肺気量分画

■共同研究者：福家 真理那¹⁾，東本 翼¹⁾，樽味 孝^{1,2)}，Wenxing Qin^{1,2)}，菅原 順^{1,2)}，渡部 厚一²⁾
1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所
2) 筑波大学