

# 呼吸頻度の低下が高強度一定負荷運動時の呼吸循環および代謝応答に及ぼす影響

三柳 泉水 ( 筑波大学 )

## 1. 目的

競泳や水球、アーティスティックスイミングなどの水中スポーツでは、呼吸制限 (息止め) が必要となる。これまで、息止めが呼吸循環応答に及ぼす影響は、最大努力の息止めを用いて検討されてきた (Nishiyasu *et al.* 2012)。本研究の目的は、泳運動中の呼吸を模した間欠的息止め中の呼吸頻度の低下が、高強度一定負荷運動時の呼吸循環および代謝応答に及ぼす影響を明らかにすることである。

## 2. 研究方法

- 1) 対象者: 競泳競技経験者 11 名 (男性 5 名、女性 6 名)
- 2) 運動様式: 11 分間の一定負荷自転車運動 (75%最高酸素摂取量強度)
- 3) 実験プロトコール: 呼吸と息止めをそれぞれ 1:1 (秒) (Hypo 2 条件)、および 1:5 (秒) (Hypo 6 条件) で繰り返す 2 条件で呼吸循環および代謝応答を比較した。

## 3. 結果と考察

### 1) 換気応答

Hypo 6 条件では呼吸回数が少なかったため、代償的に一回換気量が高値を示したが、換気量は Hypo 2 条件より低値を示した。このことから、Hypo 6 条件では換気量の低下により、酸素需要量に対する酸素供給量が大きく低下していた可能性が示唆された。その結果、Hypo 6 条件において、動脈血二酸化炭素分圧の指標である呼気終末二酸化炭素分圧は高値を示した (図 1)。

### 2) 循環応答

平均動脈血圧は Hypo 2 条件より Hypo 6 条件で高い傾向および高値を示した。また、血液の流れやすさの指標である総末梢血管コンダクタ

ンスは Hypo 6 条件で低値を示したことから、Hypo 2 条件より強い末梢血管収縮が生じていた可能性が示唆された。

### 3) 代謝応答

間欠的息止めを行っている間の酸素摂取量の 1 分ごとの総量は、Hypo 2 条件より Hypo 6 条件で低値を示した。このことから、呼吸頻度の低下によって有酸素性エネルギー供給量が低下した可能性が示唆された。

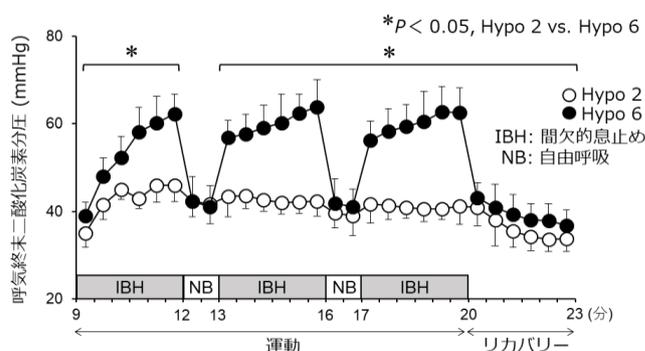


図 1 呼気終末二酸化炭素分圧の 30 秒毎の経時変化

## 4. 結論

高強度運動時に呼吸頻度が低下すると、動脈血の低酸素化や高二酸化炭素化、血管収縮反応や血圧上昇、また、有酸素性エネルギー供給量低下が生じる可能性が示唆された。実際の現場においては、これらの反応によって運動パフォーマンスが低下する可能性も考慮したうえで、泳運動時の呼吸頻度について戦略的に考えることが重要となると考えられる。

## 5. 主な参考文献

- 1) Nishiyasu T, Tsukamoto R, Kawai K, Hayashi K, Koga S, Ichinose M. Relationships between the extent of apnea-induced bradycardia and the vascular response in the arm and leg during dynamic two-legged knee extension exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 302: H864-871 (2012).