

運動前自発的過換気が高強度運動及び回復時の生理応答に及ぼす影響

土橋康平（筑波大学大学院）

1. 目的

陸上競技短距離走をはじめとする短時間高強度運動において、運動パフォーマンスを向上するためには、トレーニング時に無酸素性代謝に過負荷をかける必要がある。そこで実際のトレーニング現場では、短時間高強度運動や高強度間欠の運動が広く行われている。この無酸素性代謝を通常の運動よりも亢進するために、運動前に随意的に換気量を増加させる自発的過換気という方法が着目されており、高強度間欠の運動時 (Dobashi *et al.* 2017) に酸素摂取量が自由呼吸条件よりも低値を、血中乳酸濃度が高値を示したことが報告されている。さらに、運動前自発的過換気により運動及び回復時の心拍数も低下することが報告されている。しかしながらこのような生理応答が起こるメカニズムは明らかではない。

自発的過換気を行うと体外へ二酸化炭素 (CO₂) が過剰に排出され、体内の CO₂ が低下すると同時に呼吸筋の仕事量が増加するためどちらが高強度運動や回復時の生理応答に影響を及ぼしているか明らかではない。さらに、多くの先行研究において、CO₂ を排出するために運動前の自発的過換気は 20 分間行われており、Forbes *et al.* (2007) は自発的過換気を 15 分以上行うことで細胞内の CO₂ が低下することを報告しているが、短時間 (e. g., 5 分間) の自発的過換気を行うことでも動脈血の CO₂ 分圧が低下することが報告されており、短時間の自発的過換気であっても生理応答に影響を及ぼすかもしれない。しかしながらこれについても明らかではない。

そこで本研究は、運動前自発的過換気が高強度運動及び回復時の生理応答に及ぼす影響を検討することを目的とし、①CO₂ の低下あるいは呼吸筋の仕事量の増加の影響、及び②自発的過換気の継続時間の違いの影響について検討した。

2. 方法と結果

(研究課題 I) 健康な男性 9 名及び女性 1 名を被験者

とし、60 秒間の高強度一定負荷自転車運動及び回復時の生理応答を、運動前に 1) 自由呼吸を行う条件 (自由呼吸)、2) 自発的過換気を 20 分間行う条件 (過換気) 及び 3) 自発的過換気を 20 分間行いながら CO₂ を吸入する条件 (過換気+CO₂) で比較した。

高強度運動時の酸素摂取量は過換気+CO₂ で自由呼吸条件より低値を示し、過換気で過換気+CO₂ 条件より低値を示した。運動及び回復時の心拍数は過換気で自由呼吸条件より低値を示したが、自由呼吸と過換気+CO₂ 条件との間に差は見られなかった。これらの結果から、運動時の酸素摂取量の低下は CO₂ の低下と呼吸筋の仕事量増加が要因であり、心拍数の低下は CO₂ の低下が要因であることが示唆された。

(研究課題 II) 健康な男性 10 名を被験者とし、研究課題 I と同様の運動を行った。条件は運動前に 1) 自由呼吸を行う条件 (自由呼吸)、2) 自発的過換気を 5 分間行う条件 (過換気 5 分) 及び 3) 自発的過換気を 20 分間行う条件 (過換気 20 分) の 3 条件とした。

高強度運動時の酸素摂取量は過換気 5 分及び 20 分条件で自由呼吸条件より低値を示したが、過換気 5 分と 20 分条件との間に差は見られなかった。また研究課題 I の結果と一致して、高強度運動及び回復時の心拍数は過換気 20 分条件で自由呼吸条件より低値を示したが、自由呼吸と過換気 5 分条件との間に差は見られなかった。これらの結果から、自発的過換気の継続時間の違いに関わらず、運動時の酸素摂取量は低下すること、また、長時間の自発的過換気により心拍数は低下することが示唆された。

3. 結論

運動前自発的過換気による高強度運動時の酸素摂取量低下の要因は 5 分間の運動前自発的過換気による動脈血 CO₂ 分圧の低下及び呼吸筋の仕事量増加であり、高強度運動及び回復時の心拍数低下の要因は 20 分間の自発的過換気による全身の CO₂ の低下であることが示唆された。