

低酸素血症と高二酸化炭素血症の組み合わせが 安静時および運動時の循環応答に及ぼす影響

森山 将大 (筑波大学大学院)

1. 目的

競泳等の水中運動時には、呼吸の制限（息止め）が必要になる。息止めを行うと、安静時・運動時ともに末梢血管収縮や動脈血圧の過度な上昇が生じ (Ichinose et al. 2018; Lin et al. 1983)、運動時には活動筋においても血管収縮が生じる (Nishiyasu et al. 2012) が、これらが生じるメカニズムは不明な点が多い。息止め時に生じる低酸素血症と高二酸化炭素血症はいずれも、末梢血管収縮の要因である筋交感神経活動亢進を引き起こす。安静時のヒトにおいて、低酸素血症と高二酸化炭素血症が同時に生じた場合の筋交感神経活動の変化量は、これらがそれぞれ単独で生じた場合の変化量の合計値より高値を示した (i.e., 筋交感神経活動が相乗的に亢進された) ことが報告されている (Jouett et al. 2015)。したがって、安静時に低酸素血症と高二酸化炭素血症が同時に生じることで、末梢血管収縮やそれに伴う動脈血圧の相乗的な上昇が生じる可能性がある。しかし、実際に安静時の末梢血管応答に対する低酸素血症と高二酸化炭素血症の相互作用を検討した研究はなく、また動脈血圧上昇に対するそれらの相互作用については一致した見解が得られていない。また安静時と同様に、運動時にも低酸素血症と高二酸化炭素血症の同時曝露によって筋交感神経活動の相乗的な亢進が生じるならば、活動筋の血管収縮や動脈血圧の相乗的な上昇が生じる可能性がある。しかし、運動時の循環応答に対する低酸素血症と高二酸化炭素血症の相互作用は未だ明らかではない。そこで本研究では、低酸素血症と高二酸化炭素血症の組み合わせが安静時および運動時の循環応答に及ぼす影響を検討することを目的とした。

2. 方法

健康な成人男性および成人女性を対象とし、実

験 I では安静時、実験 II では動的膝伸展運動時 (心拍数: 100 拍/分 程度) において、低酸素血症 (動脈血酸素飽和度: 85%)、高二酸化炭素血症 (呼気終末二酸化炭素分圧: 55 mmHg) のいずれか、および両方を生じさせた。

3. 結果

安静時 (実験 I) と運動時 (実験 II) の両方で、低酸素血症と高二酸化炭素血症の同時曝露により、動脈血圧が有意に上昇した。また安静時 (実験 I) と運動時 (実験 II) の両方で、低酸素血症と高二酸化炭素血症が同時に生じると、それぞれが単独で生じた場合の変化量の合計値と比較して、総末梢血管コンダクタンス (全身における血液の流れやすさの指標) の変化量は低値を示し、動脈血圧の変化量は高値を示した。さらに運動時 (実験 II) には、低酸素血症と高二酸化炭素血症の同時曝露により下肢血管コンダクタンス (活動筋における血液の流れやすさの指標) が有意に低下し、その変化量は、それぞれが単独で生じた場合の変化量の合計値より低値を示した。

4. 結論

低酸素血症と高二酸化炭素血症の組み合わせは、安静時と運動時の両方において末梢血管応答に対して相乗的に作用し、それによって動脈血圧の相乗的な上昇が生じることが示唆された。また運動時には、低酸素血症と高二酸化炭素血症の同時曝露によって活動筋血管収縮が生じることが示唆された。これらのことから、安静時および運動時において息止めを行った際に生じる循環応答には、低酸素血症と高二酸化炭素血症の相互作用が関与している可能性がある。