

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（保健学）	氏名	浅原 亮太
学位授与の条件	学位規則第4条第1・2項該当		
論文題目			
<p>The prefrontal oxygenation and ventilatory responses at start of one-legged cycling exercise have relation to central command (片脚サイクリング運動開始期にみられる前頭前野酸素動態および呼吸応答は中枢コマンドと関連する)</p>			
論文審査担当者			
主査教授 小林 敏生			印
審査委員 教授 浦川 将			
審査委員 講師 高橋 真			
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>運動開始時にみられる呼吸循環応答は高位中枢から下降するコマンド（セントラルコマンドと呼ぶ）により制御される。セントラルコマンドにより誘発される呼吸循環応答は活動筋量に依存することが知られている。セントラルコマンドの脳内発生源は明らかでないが、解剖学的研究や電気生理学的研究により大脳皮質前頭前野はセントラルコマンド関連領域の一つであることが示唆されている。前頭前野の組織中酸素化ヘモグロビン動態を近赤外分光法（near-infrared spectroscopy, NIRS）で調べた研究においては、両脚サイクリング運動を自発的に開始する際、運動開始に先行して前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度（oxygenated-hemoglobin, Oxy-Hb）は上昇することが報告された。このOxy-Hbの上昇はセントラルコマンドに関連している可能性があるが、それ以外に呼気終末炭酸ガス分圧（end-tidal carbon dioxide tension, ETCO₂）の上昇によりOxy-Hbが増加した可能性も考えられる。</p> <p>本研究では、1) 片脚サイクリング運動において前頭前野 Oxy-Hb は両側性に増加するか、2) この前頭前野 Oxy-Hb 増加は ETCO₂ 上昇により説明できるか、3) 前頭前野 Oxy-Hb 増加は運動強度や活動筋量に依存するか、そして 4) 運動開始前に活性化されたセントラルコマンドは換気亢進を誘発するかについて検討した。また、運動筋からの機械受容器反射が前頭前野 Oxy-Hb および呼吸循環応答に与える影響について、他動的サイクリング運動を用いて調べた。最後に、精神運動イメージは運動に類似した筋組織血流量上昇や呼吸応答を生じさせることが報告されており、片脚サイクリング運動のメンタルイメージが前頭前野 Oxy-Hb 応答を変化させるか否かを調べた。</p>			

15名の右利き健常者（男性13名，女性2名；年齢 25 ± 1 歳；身長 171 ± 2 cm；体重 65 ± 2 kg）を対象とした。前頭前野の Oxy-Hb および脱酸素化ヘモグロビン濃度（deoxygenated-hemoglobin, Deoxy-Hb）変化を記録した。呼気ガス分析装置で呼吸回数，一回換気量，分時換気量および ETCO₂を測定した。指尖連続血圧計で，心拍数，平均動脈血圧，一回心拍出量，毎分心拍出量および末梢血管抵抗を測定した。被験者は，自発的な開始（arbitrary）と合図による開始（cued）という2つの開始様式での随意的片脚サイクリング運動（1分間，最大運動強度の30-35%負荷）を実施した。この際に，arbitrary 運動では運動開始に先行してセントラルコマンドが活性化されるが，cued 運動では運動開始に先行したセントラルコマンドの活性化は生じない。さらに，自覚的運動強度と前頭前野 Oxy-Hb 応答の関係性を調べた。また片脚サイクリング運動のメンタルイメージおよび他動的片脚サイクリング運動を行い，それらに対する前頭前野 Oxy-Hb および呼吸循環応答を調べた。

片脚運動時の呼吸応答に関して，呼吸回数，一回換気量そして分時換気量は，arbitrary および cued スタートに関らず，運動開始と同時に増加した。しかしながら，分時換気量の増加は arbitrary 運動でより大きく（ $P < 0.05$ ），呼吸回数や一回換気量の増加も arbitrary 運動で亢進する傾向を示した。ETCO₂は減少したが，この減少応答は2つの開始様式で違いを認めなかった。循環応答に関して，心拍数や毎分心拍出量は運動開始時に増加し，末梢血管抵抗は減少した。平均動脈血圧は運動開始時に減少しその後増加した。心拍数や毎分心拍出量の増加は，cued 運動に比較して，arbitrary 運動で有意に大きかった。平均動脈血圧の応答も cued 運動と arbitrary 運動間で相違を認めたが，末梢血管抵抗の減少は同程度であった。arbitrary 運動の開始時に前頭前野 Oxy-Hb は上昇したが，cued 運動では前頭前野 Oxy-Hb は有意に変化しなかった。他方，前頭前野 Deoxy-Hb はいずれの運動時にも有意な変化を示さなかった。運動開始期における前頭前野の Oxy-Hb 増加は自覚的運動強度とは無関係であった。また，他動的サイクリング運動は分時換気量を増加させたが，前頭前野 Oxy-Hb を変化させなかった。同様に，片脚サイクリング運動のメンタルイメージは分時換気量を増加させたが，前頭前野 Oxy-Hb を変化させなかった。

以上の結果から，本論文は運動開始前に活性化されたセントラルコマンドが呼吸循環応答と関連することを明らかにした。さらに，arbitrary 運動の開始期にみられた前頭前野の Oxy-Hb 増加応答は，ETCO₂の増加や活動筋からの筋機械受容器反射により誘発されたものではなく，セントラルコマンドに関連した変化であることを示唆した。このように，本論文は運動生理学ならびにリハビリテーション科学における基礎的知見を明らかにした。よって審査委員会委員全員は，著者に博士（保健学）の学位を授与するに十分な価値があるものと認めた。