

## 184. 負荷漸増膝伸展運動時の筋代謝と呼気ガス変量の変化との関係

○稲木光晴（筑波大学体育科学系）、高橋英幸（筑波大学医学研究科）、久野謙也（東京大学教養学部）、阿武 泉、板井悠二（筑波大学臨床医学系）、勝田 茂（筑波大学体育科学系）

【目的】これまで $^{31}\text{P}$  MRS法を用いた研究は運動時の筋エネルギー代謝に関する多くの情報を与えてきた。しかしながら、これらの研究において運動時の呼気ガス変量の変化と筋代謝の変化との対応関係については検討されてきていない。そこで本研究においては、 $^{31}\text{P}$  MRS法を用いて運動中の筋エネルギー代謝と呼気ガス変量の変化を同時に観察することによって、活動筋で生じる生化学的事象の変化と呼気ガス変量の変化との対応関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】被検者は健常な男子大学生10名（平均年齢 $24.7 \pm 2.2$ 歳，身長 $168.4 \pm 5.3\text{cm}$ ，体重 $60.6 \pm 5.9\text{kg}$ ）であった。被検者は超電導MR装置（Signa, GE社製, 1.5T）内において、仰臥位で負荷漸増法による膝の伸展運動を1分間に40回の頻度で行った。負荷は最初4kgから開始し、その後被検者が疲労困憊に至るまで4分毎に2kgずつ漸増した。呼気ガスは各負荷ステージの2~4分目の2分間にダグラスバッグを用いて採気し、質量分析器（Perkin-Elmer社製MGA-1100）を用いて酸素濃度および二酸化炭素濃度の分析を行った。また、換気量（ $\dot{V}\text{E}$ ）の測定は乾式ガスメーターを用いて行い、 $\dot{V}\text{O}_2$ および $\dot{V}\text{CO}_2$ を算出した。 $^{31}\text{P}$  MRSスペクトルは各負荷ステージの最後の30秒間に得られた。得られたスペクトルから、細胞内pHを算出し水素イオン濃度（ $[\text{H}^+]$ ）に変換した。また、クレアリンリン酸（PCr）と無機リン酸（Pi）のピークの面積からPi/PCrを算出した。また、 $\dot{V}\text{O}_2$ に対する $\dot{V}\text{CO}_2$ 、Pi/PCrおよび $[\text{H}^+]$ の変化動態から各被検者別に、換気性閾値（VT）、Pi/PCrおよび $[\text{H}^+]$ の増加閾値（ $T_{\text{Pi/PCr}}$ および $T_{[\text{H}^+]}$ ）を算出した。

【結果および考察】膝伸展運動中、 $\dot{V}\text{E}$ および $\dot{V}\text{CO}_2$ は達成された酸素摂取量のピーク値（peak  $\dot{V}\text{O}_2$ ）のおよそ60%から急激に増加する傾向にあった。Pi/PCrおよび $[\text{H}^+]$ においてもまた $\dot{V}\text{E}$ および $\dot{V}\text{CO}_2$ と同様な傾向が見られた。VT、 $T_{\text{Pi/PCr}}$ および $T_{[\text{H}^+]}$ 時の除脂肪体重当たりの $\dot{V}\text{O}_2$ は、それぞれ $1.08 \pm 1.6$ 、 $11.1 \pm 1.8$ 、 $11.2 \pm 2.7\text{ml/kg/min}$ を示しており、閾値間に有意差は認められなかった。このことは、筋で生じる生化学的事象の変化と全身レベルでの呼気ガス変量の変化が一致して生じる可能性のあることを示唆している。また、 $T_{\text{Pi/PCr}}$ より低い運動強度においては、Pi/PCrの増加量（ $\Delta\text{Pi/PCr}$ ）と $\dot{V}\text{O}_2$ の増加量（ $\Delta\dot{V}\text{O}_2$ ）との間に有意な相関関係が認められたが、 $T_{\text{Pi/PCr}}$ より高い運動強度においては両者の間に有意な関係は認められず、 $\Delta\text{Pi/PCr}$ と $[\text{H}^+]$ の増加量との間に有意な相関関係がみられた。これは、運動強度が $T_{\text{Pi/PCr}}$ より低いときには、PiやADP濃度は有酸素的代謝に大きく関与するが、 $T_{\text{Pi/PCr}}$ より高い強度においては、無酸素的代謝に大きく関与する可能性のあることを示唆している。

Keyword 1.  $^{31}\text{P}$  MRS 2. 筋代謝 3. 膝伸展運動