

# 帝京平成大学 大学院

## 学位論文の要旨

氏 名 植田 央

博士論文題目

異なる運動条件の伸張性収縮運動が筋損傷に及ぼす影響

要 旨

筋収縮様式における伸張性収縮 (Eccentric contractions: ECCs) は、筋が引き伸ばされながら力を発揮する。ECCs運動は、他の収縮様式である短縮性収縮 (Concentric contractions: CONs) や等尺性収縮よりも、筋肥大および筋力増加の効果が大きいことが報告されている。特に、ECCsサイクリング運動はCONsサイクリング運動に比べてより安全に筋機能の向上や、筋肥大効果が獲得できる事が報告されている。ECCsは発揮筋力が大きいにも関わらず心肺機能に対する負荷が小さいという特徴を持つため、循環器疾患保有者に対する運動療法にも用いられている。さらに、ECCs運動は脂質代謝の改善がみられるため、脂質異常症への運動療法など、多様な疾患に対しても有効性を持つことが報告されている。一方、ECCs運動はCONs運動よりも大きな筋損傷を引き起こされることが確認されている。このようなECCs運動後の筋損傷による筋力低下や遅発性筋痛は、身体活動の制限をもたらすのみならず、運動療法において重要な視点である運動継続の意欲低下につながる事が指摘されている。本論文では、異なる運動条件の伸張性収縮運動が筋損傷に及ぼす影響と題し、ECCs運動における筋損傷に焦点をあて論じる。まず研究1では、筋損傷のメカニズムを解明することを目的に、ECCsにおける筋線維の動員と筋損傷との関連性について検討した。その結果、ECCs運動は、筋線維の動員が多いほど筋損傷の程度が小さくなる可能性が示唆された。研究2では、筋損傷の因子について検討するため、骨格筋の収縮速度に着目した。上肢の肘関節屈曲ECCsを対象とした先行研究では、ECCs後の筋損傷は仕事量には影響されず、遅い収縮速度よりも速い方が、筋損傷の程度も大きくなること

が報告されている。一方、下肢ECCs運動においては、収縮速度が筋損傷に及ぼす影響について比較・検討した研究はみあたらない。研究2では、下肢ペダリングによるECCsサイクリングの高速条件 (210°/秒) と低速条件 (30°/秒) の筋損傷の程度を比較・検討することを目的とした。その結果、ECCsサイクリングにおける筋損傷は、低速条件よりも高速条件の方が筋損傷の程度は大きくなる可能性が示唆された。しかしながら、両条件の運動時間を5分間に統一したため、運動中の仕事量において高速条件と低速条件の間に有意な差が生じた。これにより、筋損傷に与える因子が、収縮速度か仕事量のどちらに影響を与えるか検証する必要がある。そこで研究3では、仕事量を統一した条件下において異なる速度のECCsサイクリングが筋損傷に及ぼす影響について検討した。対象者は、健康な一般男性19名 (年齢:  $21.0 \pm 2.2$  歳、身長:  $172.7 \pm 5.9$  cm、体重:  $70.2 \pm 10.5$  kg) とした。低速条件 (30deg/sec) および高速条件 (210 deg/sec) における最大努力による等速性ECCsサイクリング運動 (片脚サイクリング) を、被験者の左右の脚にランダムに実施した。両群の仕事量を統一するため、まず左右どちらかの脚に高速条件で5分間実施した。その後、高速条件で得られた仕事量と同一の仕事量になるまで、反対側の脚に低速条件を実施した。その結果、運動時間は低速条件 ( $1422.0 \pm 330.0$  秒) の方が高速条件 ( $300.0 \pm 0.0$  秒) より長いことが確認された ( $p < 0.05$ )。しかし、総仕事量 (高速条件:  $214.8 \pm 42.4$  J/kg、低速条件:  $214.3 \pm 42.2$  J/kg) においては有意差は観察されなかったことから、仕事量を統一できた事が確認された結果は、等尺性最大筋力のピーク値 (高速条件:  $1.7 \pm 0.4$  Nm/kg、低速条件:  $1.8 \pm 0.5$  Nm/kg) および、等速性最大ペダリング筋力、遅発性筋痛 (高速条件:  $41.2 \pm 16.9$  mm、低速条件:  $23.7 \pm 11.5$  mm) では、有意な交互作用効果は観察されなかった。さらに、関節可動域、周囲径、筋厚、筋エコー強度、筋硬度も有意な交互作用を示さなかった。以上の結果から、ECCsサイクリングにおける筋損傷の程度は、仕事量を統一した条件下においては回転速度に影響しない可能性が示唆された。さらに研究4では、筋損傷の緩和の方法について焦点をあて、 $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate (HMB) サプリメント摂取が伸張性収縮後の筋損傷に及ぼす影響について検討した。その結果、HMBサプリメント摂取は、従来必要とされていた摂取量よりも低用量接種でも筋損傷を軽減する可能性が示唆された。

本研究は、伸張性収縮サイクリングにおける筋損傷のメカニズムについて検討した。これらの結果から、伸張性収縮筋肉トレーニング中の筋損傷予防には、高速条件

(210deg/sec) より低速条件 (30deg/sec) における運動において、より安全に実施できることが示唆された。さらに、HMB サプリメント摂取は、経済的な低用量 (1.5g/日) でも伸張性収縮運動後の筋力および柔軟性の低下が抑制されるため、筋損傷予防に貢献できることが明らかとなった。