

# テーパリングが持久性トレーニングをしたラットの骨格筋の生化学的適応に及ぼす影響

身体運動科学研究領域

5 0 1 2 A 0 3 5 - 2 諏佐 大志

研究指導教員：樋口 満 教授

## 1. 緒言

持久性トレーニングにより持久力が向上する機序として、骨格筋エネルギー生産系の適応が関係していると考えられているため、持久性パフォーマンスを増加させる手法の1つとして、これまでに骨格筋エネルギー生産系を効率よく亢進する手法が検討されている。

また、骨格筋エネルギー生産系との関係は明らかとなっていないものの、持久性パフォーマンスを向上させる手法の1つとして「テーパリング」がスポーツ現場において経験的に実施されている。Bosquet Lら（2007）のメタアナリシスより、競技前の2週間前後の期間においてトレーニング強度を維持しつつ、トレーニング量を約半分に減少させる条件下で持久力が向上することを明らかにしていることから、テーパリングによる持久力向上作用はトレーニング量を一時的に減少させることによって獲得されることが示唆されている。

このように一時的なトレーニング量の減少によって持久性パフォーマンスが増加することが示唆されている一方で、トレーニングを中止する脱トレーニングは、骨格筋エネルギー生産系の低下に伴って持久性パフォーマンスが低下することが先行研究において示唆されている。

従って、トレーニングの中断は骨格筋エネルギー生産系の低下に伴い持久性パフォーマンスの低下を招くことが示唆されているが、テーパリングは一時的にトレーニング量を減少させることによって持久力を向上させる作用を持つという矛盾点が存在する。

そこで本研究は、テーパリングが骨格筋エネルギー生産系に及ぼす影響について明らかにすることを目的に、ラットを対象にトレーニング負荷実験を実施した。

## 2. 方法

本研究では、7週齢のSprague-Dawley(SD)系雌ラット(n=36)を用いて実験を行った。2週間の走行練習期間終了

後、ラットを1) コントロール群(n=12)、2) テーパリング群(n=12)、3) 運動継続群(n=12)の3群に群分けを行った。群分け後、運動継続群およびテーパリング群に5週間のトレッドミル走行運動(速度:35 m/min、傾斜:0°、時間:60分)を負荷した。5週間のトレーニング期間後、運動継続群には継続して2週間同様のトレーニングを負荷した。テーパリング群には5週間のトレーニング期間後、速度を維持したまま時間を30分に減少させた走行運動(速度:35 m/min、傾斜:0°、時間:30分)を2週間負荷した。持久性パフォーマンステストは傾斜角度を10°に設定したトレッドミルを使用し、25 m/minから走行運動を開始した。15分ごとに5 m/minずつ速度を増加させ、40 m/minに達した時点で速度を固定し、疲労困憊まで走行運動を負荷した。

解剖時には、肝臓、ヒラメ筋、足底筋および腓腹筋(赤)の摘出を行い、重量を測定した。また、ヒラメ筋および足底筋はウエスタンブロット解析を用いたタンパク含量の測定に用いた。

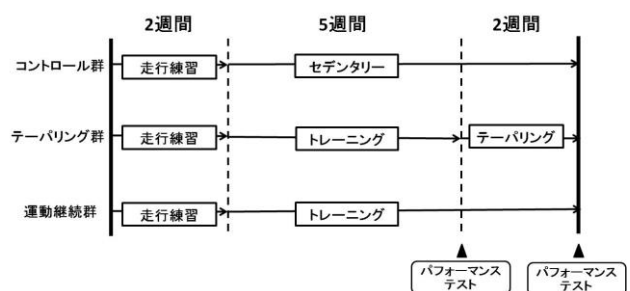


図1. トレーニングプロトコル

## 3. 結果および考察

本実験の結果より得られた主な知見は、1) 2週間、運動量を半減させたテーパリング群において持久力が維持されたこと、2) テーパリングにより解糖系の律速酵素であるヘキソキナーゼⅡ(HKⅡ)タンパク含量が速筋線維および遅筋線維において維持されたこと、3) テーパリングによって遅筋線維のシトクロムCオキシダーゼ(COXⅣ)タン

パク含量が維持されたことである。

持久性パフォーマンステストの走行時間において、テーパリング群は運動継続群と比較して持久力に有意な差は認められなかった。一方で、コントロール群と比較して両運動群は有意に長い持久パフォーマンステストにおける走行時間を示した ( $p<0.05$ ) (図 2)ことから、持久性トレーニングによる持久力向上作用は先行研究と同様に獲得されていたことが考えられる。

速筋線維である足底筋のウェスタン解析の結果より、HKII 含量はテーパリング群および運動継続群においてコントロール群と比較して有意に高い値を示し ( $p<0.05$ )、テーパリング群と運動継続群の間に有意な差は認められなかった(図 3)。一方で、クエン酸合成酵素(CS)および NADH デヒドロゲナーゼ(COX I)含量、CS 活性はコントロール群と比較して運動継続群において有意に高い値を示したが、テーパリング群とコントロール群との間に有意な差はなかった。COXIV は 3 群間の比較において有意な差は認められなかった。

遅筋線維であるヒラメ筋では、HKII 含量および COXIV 含量はテーパリング群および運動継続群においてコントロール群と比較して有意に高い値を示した ( $p<0.05$ ) (図 4)。一方で、COX I および CS 含量は 3 群間の比較において有意な差は認められなかった。CS 活性はテーパリング群および運動継続群においてコントロール群と比較して有意に高い値を示した ( $p<0.05$ )。

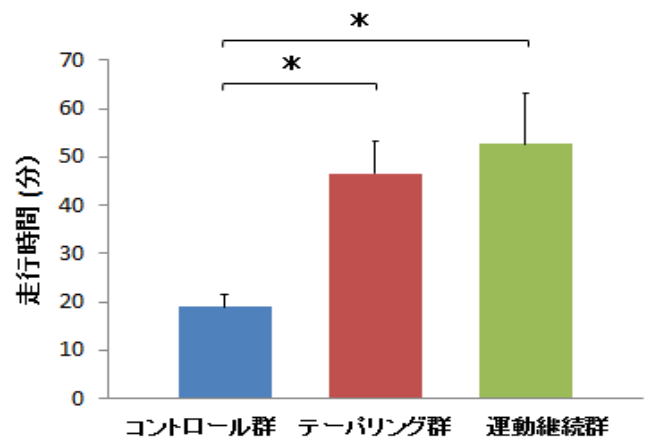
これらの結果から、持久性パフォーマンステストにおける走行時間と同じ傾向を示したものは、両筋線維における HKII 含量(図 3、4)と、遅筋線維における COXIV 含量および CS 活性(図 4)であった。従って、本研究で認められたテーパリング群における持久力維持作用は、これらの骨格筋エネルギー生産系が維持されることによって発揮される可能性が考えられる。

#### 4. まとめ

本研究の結果から、2 週間のテーパリングによる持久力の維持には一部の骨格筋エネルギー生産系のタンパク質量と酵素活性の維持が関与している可能性がある。

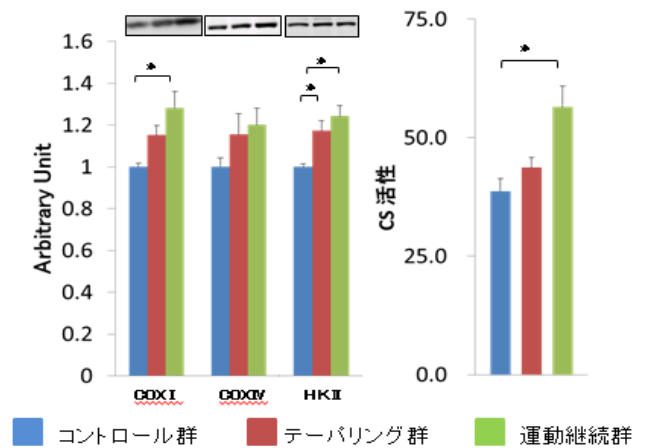
今後の課題として、血液データや心肺持久力など他の持久力に影響を及ぼす要因についてもテーパリングとの関

連を検討する必要があると考えられる。



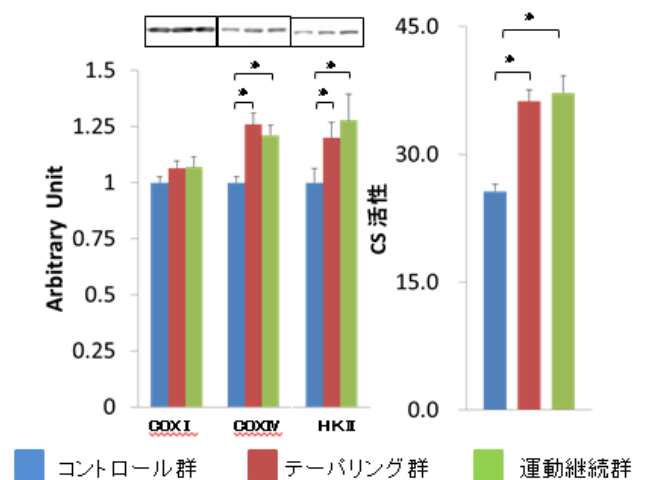
値は平均±標準誤差、n=6、\* :  $p<0.05$

図 2. パフォーマンステスト走行時間



値は平均±標準誤差、n=12、\* :  $p<0.05$

図 3. 足底筋ウェスタン解析と CS 活性



値は平均±標準誤差、n=12、\* :  $p<0.05$

図 4. ヒラメ筋ウェスタン解析と CS 活性