

博士（人間科学）学位論文 概要書

運動時のエネルギー基質動態と  
糖質液補給の影響

A Study of Energy Metabolic Responses to Intermittent  
Endurance Exercise and Effects of Carbohydrate  
supplementation

2003 年 7 月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

大 森 一 伸  
OMORI Kazunobu

## 【研究目的】

本研究では、長時間運動時におけるトレハロース摂取が、血中エネルギー基質、筋グリコーゲン、それらに関連するホルモンならびに運動パフォーマンスに及ぼす影響について検討した。また、間欠型持久運動における生理生化学的応答を、運動時間と仕事量が同等である一定型持久運動と比較検討することによって明らかにし、両持久運動における糖質摂取の効果の違いについても検討を加えた。さらに、間欠型持久運動では高強度運動後のエネルギー代謝の回復過程が、引き続き高強度運動に影響を及ぼすことから、高強度運動後の骨格筋における糖の取り込みについて、 $^{18}\text{F}$ -FDG-PET による画像診断を応用して検討を加えた。

## 【研究方法】

ラットを対象として運動直前にトレハロース、グルコースあるいは水を摂取させ、運動中の血中エネルギー基質と筋グリコーゲンを定量するとともに運動持続時間を計測した。また、ヒトを対象として60分間の自転車運動前および運動中にトレハロース、グルコース、ショ糖、水を摂取させ、運動中の血中エネルギー基質とホルモン濃度および高強度運動時のパフォーマンスを測定した。

さらに、4分間の高強度と低強度運動を繰り返す間欠型持久運動と、運動時間と仕事量が同等である一定型持久運動を行わせ、血中エネルギー基質、ホルモン濃度を比較した。また、一定型と間欠型持久運動においてグルコースと水の摂取をそれぞれ行わせ、運動中の血中エネルギー基質とホルモン、持久運動後の高強度運動時のパフォーマンスを計測した。

加えて、片脚での高強度間欠自転車運動を行わせ、運動後に $^{18}\text{F}$ -FDGを静注した後PETカメラによって大腿部骨格筋における糖取り込みの画像を作成し、糖の取り込み量を測定した。

## 【研究結果および考察】

実験の結果から、トレハロース摂取では大量摂取後のインスリン応答が緩やかであり低血糖症を招来しにくいことが示され、運動直前に摂取すると糖質として適していることが

認められた。また、トレハロース摂取では運動中の遊離脂肪酸濃度が水摂取と同様であり、脂肪動員に対する抑制が少ないことから、糖質の節約をもたらす一定型持久運動の運動持続時間を延長させる可能性が示唆された。しかしながら、持久運動後の高強度でのパフォーマンスに対しては、必ずしも有効に作用するとは限らないことも示された。

一方、4分間の高強度と低強度運動を繰り返す間欠型持久運動では、運動時間と仕事量が同等である一定型持久運動と比べると糖質代謝の貢献度が高く、とくに、血中遊離脂肪酸とアドレナリン濃度が低く、血糖を利用しやすい応答を示すことが認められた。

また、一定型と間欠型持久運動において同等の糖質摂取法を用いてその効果を比較したところ、間欠型ではインスリン濃度が高く血糖値が低かったことから、摂取した糖がより利用されている可能性が示された。さらに、一定型では持久運動後の高強度でのパフォーマンス向上に効果が認められたのに対して、間欠型ではそのような効果はみられなかった。これは、間欠型持久運動では摂取した糖の利用が促進したことから、一定型に比べると相対的に糖の摂取量が少なかったことによると思われる。これらのことから、間欠型持久運動においてパフォーマンスの向上や疲労の遅延を目的として糖質を摂取するさいには、トレハロースのように利用されるまでの時間が遅い糖質ではなく、即効的に利用可能な糖質を一定型持久運動の場合よりも多く摂取する必要があると考えられた。

さらに、 $^{18}\text{F}$ -FDG-PETの実験結果より、高強度運動後では筋グリコーゲン消費量の大きい筋群において、血糖はより取り込まれる傾向にあることが認められ、さらに、同一筋においても部位によって糖の取り込み量が異なることも示唆された。

以上のことから、運動時間や仕事量が同等であっても、間欠型持久運動では一定型持久運動とは異なる代謝応答を示すことが明らかとなった。したがって、間欠型持久運動における糖質摂取では、代謝応答の特徴や摂取する糖質の特性を考慮して、より適した糖質摂取法を検索していく必要があると思われる。また、本研究で得られた結果が、異なる運動負荷条件やインターバル時間での間欠型持久運動にも適用できるとは必ずしも限らない。したがって、異なる条件での実験結果を蓄積していくことが今後の検討課題であると思われる。