

## 高強度・短時間運動トレーニングによる 骨格筋GLUT- 4 発現の機序に関する研究

### Effects of High-intensity Intermittent Swimming Training on GLUT- 4 expression in Rat Skeletal Muscle

藤本 恵理 (Eri Fujimoto) 指導：樋口 満教授

#### 【緒言】

身体運動トレーニングは、骨格筋のGLUT- 4ならびにミトコンドリアを増加させ、骨格筋の糖代謝能を高める作用をもつことから、糖尿病予防および治療に効果的であることが知られている。

GLUT- 4は骨格筋に存在し、糖を細胞外から細胞内へ糖を取り込む役割をもつグルコーストランスポーターであり、GLUT- 4濃度は、糖取り込み速度と高い相関関係が認められている。従来、GLUT- 4を増加させ糖代謝能を高める運動トレーニングは主に、低強度で長時間行うような運動トレーニングであると考えられてきた。これに対して、最近Teradaらは、GLUT- 4濃度が、高強度・短時間運動トレーニングを行うことによって、従来最大にGLUT- 4を増加させると考えられてきた6時間・低強度トレーニングを行うものと同程度の増加が認められることを報告した。

しかし、この高強度・短時間トレーニング後のラット血中乳酸濃度は11mM以上に上昇し、疲労困憊に至るような運動であると考えられる。したがって、健康増進のための運動処方としては用いることができない。そのため高強度・短時間運動トレーニングを健康増進のための運動処方として用いるためには、より少ない運動セット回数でもある程度の効果が得られることを確認する必要がある。

また、容量依存的に増加するか否かについても検討はなされていない。

そこで本研究では、まず、これまでに報告のない高強度・短時間水泳運動トレーニングによるGLUT- 4濃度の増加と運動時間の容量依存性の有無を明らかにし、それを基に高強度・短時間運動トレーニングによる骨格筋GLUT- 4発現の機序に関して検討することを目的として行った。

#### 【方法】

SD系雄性ラット（体重90～110g）を用いて、1日1回、始めの3日間は体重の14%の錘を装着し、後の2日間は体重の15%の錘を装着して20秒の水泳運動を10秒の休憩を挟んでそれぞれ3セット（HIT 3）、7セット（HIT 7）、14セット（HIT 14）行わせた群、および非トレーニング群（Control）に無作為に分けた。トレーニング最終日の18～24時間後、滑車上筋を摘出し、GLUT- 4濃度、PGC- 1  $\alpha$

濃度をWestern-blot法にてタンパク質を検出・定量した。またクエン酸合成酵素量（CS）を酵素活性として測定した。

#### 【結果】

Fig.1に示すように、滑車上筋のGLUT- 4濃度は、HIT 3群、HIT 7群およびHIT14群においてControl群と比較してそれぞれ75%、83%および71%有意に高い値を示した（Fig1,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.01$ ）。PGC- 1  $\alpha$ 濃度は、HIT 3群、HIT 7群において、Control群に対してそれぞれ61%、43%有意に高い値を示した（ $p<0.01$ ）。また、クエン酸合成酵素活性は、HIT 3群、HIT 7群およびHIT14群では、Control群と比較してそれぞれ23%、23%および25%有意に高い値を示した（ $p<0.05$ ）。

#### 【結論】

高強度・短時間水泳運動を3セット行うトレーニングにおいて14セット行うトレーニングと同程度までGLUT- 4が増加することが明らかになった。これは今までGLUT- 4濃度を最大に刺激すると考えられてきた疲労困憊になるような運動を行うことなく、GLUT- 4濃度を同程度まで増加させることが可能であることを初めて明らかにした。しかし、GLUT- 4発現は運動セット回数に対して容量依存性ではなかった。また、GLUT- 4発現と同様に、ミトコンドリア酸化系酵素活性であるクエン酸合成酵素（CS）活性についても3セット行う高強度・短時間水泳運動トレーニングによって14セット行うトレーニングと同程度まで高くなることが示された。

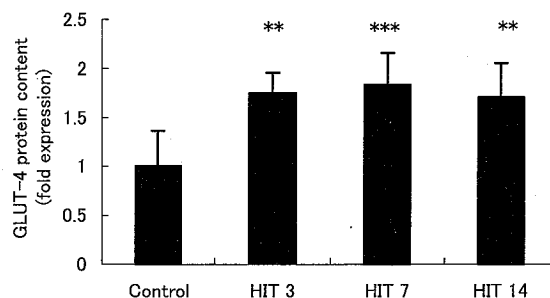


Fig1. 高強度・短時間水泳運動トレーニングの運動セット回数がラット滑車上筋のGLUT4濃度に及ぼす影響

(mean  $\pm$  SD, \*\*;  $p<0.01$ , \*\*\*;  $p<0.001$  vs control)