

メタボリックシンドロームの予防と解消のための 効果的な骨格筋増量法の確立

豊橋創造大学 大野 善隆
(共同研究者) 同 後藤 勝正
弘前学院大学 吉岡 利忠

A New Novel Method for The Gain of Skeletal Muscle Mass — Application for Anti-Metabolic Syndrome —

by

Yoshitaka Ohno, Katsumasa Goto
Laboratory of Physiology, Toyohashi SOZO University
Toshitada Yoshioka
Hirosaki Gakuin University

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of heat-stress on skeletal muscles. In vivo experiments by using mice and rats, the wet weights and protein contents in soleus muscles were significantly increased by heat-stress ($p < 0.05$). Histochemical analyses showed the increase in the cross-sectional area of soleus muscle fibers also were observed following heat-stress. The application of heat-stress facilitated the regrowth of atrophied soleus muscles induced by unloading. In the experiments by using cultured mouse skeletal muscles (C2C12), heat-stress stimulated the insulin-related intracellular signals involving Akt and glycogen synthase kinase β . These results strongly suggested that heat-stress could cause to increase in not only the basal metabolic rate via muscular hypertrophy but also the stimulation of intracellular glucose metabolism via the activation of insulin-related intracellular signals. Application of heat-stress on skeletal muscles would be a useful tool for the prevention and the improvement of metabolic syndrome.

要 旨

温熱刺激による骨格筋の適応変化について検討した。マウスおよびラットを用いた動物実験より、温熱刺激によりヒラメ筋湿重量および筋タンパク量が有意に増加した ($p<0.05$)。組織学的評価から、温熱刺激により筋線維断面積の増大が観察された。また、温熱刺激は萎縮した骨格筋の回復を促進した。培養細胞実験より、温熱刺激によりインスリン関連シグナルである Akt および glycogen synthase kinase 3 β のリン酸化促進が認められた。したがって、温熱刺激は骨格筋を肥大による基礎代謝増大ならびにインスリン関連シグナルを刺激して糖代謝を活性化させる効果を持つことが示唆された。温熱刺激による骨格筋の肥大と糖代謝活性化は、メタボリックシンドロームの予防や改善だけでなく、老化に伴う排泄機能障害や活動量低下などの骨格筋関連身体諸機能の対抗性変化を抑制できると考えられた。

緒 言

メタボリックシンドロームとは「内臓脂肪型肥満によって、さまざまな病気が引き起こされやすくなった状態」と定義され、内臓脂肪型肥満症候群と呼ばれる^{13, 24)}。肥満症をはじめ糖尿病、脂質異常症（高脂血症）や高血圧は摂取カロリーや栄養バランスなどは生活習慣病と呼ばれ、合併症が多い。前述の病態を2つ以上併せ持つと、持たない人に比べて動脈硬化症や心臓病の発症リスクが大きく高まる^{13, 24)}。

メタボリックシンドローム発症に密接に関連する要因として、食生活を含む生活習慣の偏りを挙げることができる。したがって、生活習慣の改善がメタボリックシンドロームの予防や改善につながるの言うまでもない。生活習慣の改善には、運動習慣を身に付けて運動によりエネルギー消費を増大させることも含まれる。運

動は単にエネルギー消費量を増大させるだけでなく、人の健康に対して様々な効果を持つことが知られており、健康の維持増進のためにその実践が推奨されている。しかし、運動習慣がない者にとって、あらためて運動習慣を身に付けることは困難であるのも事実であり、この点の解消が健康維持増進のための運動を広めるために必要なことであり、運動指導者に課された社会的課題であると言える。

最近我々は、温熱刺激は運動やトレーニングによる骨格筋増量効果を増強すること^{7, 8, 10)}、さらに温熱刺激により骨格筋が肥大すること^{5, 6, 9, 15)}を見出した。しかし、温熱刺激が筋タンパク合成を促進する分子機構の詳細は明らかとなっていない。糖代謝に密接な関連を持つインスリン受容体下流のシグナルの活性化はタンパク合成を促すことが知られている^{2, 4)}。したがって、温熱刺激もインスリン関連シグナルを活性化させて、筋タンパク合成を促すことで筋肥大を引き起こすことが示唆される。温熱刺激がインスリン関連シグナルを活性化するならば、温熱刺激による骨格筋の肥大は単に筋増量による基礎代謝量の増大だけでなく、糖代謝の改善をもたらす可能性が考えられる。

そこで本研究では、メタボリックシンドロームの予防と改善のための温熱刺激の有用性を検討し、具体的な方策を提案することを目的とした。