

筋力増加に最も有効な血流制限下トレーニング運動条件の検索 —筋内エネルギー代謝の検討—

北海道大学大学院 絹川 真太郎
(共同研究者) 同 菅 唯志
北 翔 大 学 沖 田 孝 一

Investigation Into the Effective Conditions of Resistance Training with Blood Flow Restriction for the Gain of Muscle Strength -Examination of Skeletal Muscle Energy Metabolism-

by

Shintaro Kinugawa, Tdashi Suga
*Department of Cardiovascular Medicine,
Hokkaido University Graduate School of Medicine*
Koichi Okita
*Graduate School of Program in Lifelong Learning Studies,
Hokusho University*

ABSTRACT

Recent studies have reported that low-intensity resistance training with blood flow restriction (BFR) could provide the rapid muscle hypertrophy and strength gain equivalent to those of high-intensity resistance training. Its mechanism has been speculated to be caused by the increased metabolic stress in exercising muscle; however it remains unclear. We measured the intramuscular metabolism during resistance exercise using ³¹P-magnetic resonance spectroscopy (MRS). In the present study, we sought to optimize the exercise protocol for BFR exercise by examining a variety of the intensity of exercise and the pressure of BFR. The exercise was performed unilateral plantar flexion (30 repetitions/min) for 2 min. Intramuscular phosphocreatine (PCr) and pH were obtained

by ^{31}P -MRS. The change of intramuscular PCr and pH during low-intensity resistance exercise (20% 1RM) with moderate BFR (130% of systolic blood pressure) was significantly greater than that during exercise of similar intensity without BFR. However, those changes were lower than that during high-intensity exercise (65% 1RM) without BFR. The changes of PCr and pH during BFR protocol with 30% 1RM had similar levels of changes in the high-intensity exercise. In contrast, the increased pressure of BFR had only a little effect. Our results suggested that the intramuscular metabolic stress during BFR exercise might be associated with exercise intensity. To replace high-intensity resistance exercise, the BFR protocol with the intensity of at least 30% 1RM might be required.

要 旨

最近、低強度負荷に血流制限を併用したトレーニングが高強度トレーニングと同等の筋肥大や筋力増加をもたらすことが報告された。この血流制限の作用機序は代謝的負荷の増加が関わっていると推測されているが、詳細は不明である。我々はリンの磁気共鳴スペクトロスコピー (^{31}P -MRS) を用いて、トレーニング運動中の筋内代謝 (クレアチンリン酸 (PCr) および pH) を測定した。血流制限下運動の負荷強度や血流制限圧を変化させることによって、最も有効な運動プロトコルの検索を行った。運動は2分間の下肢低屈運動で行われた。血流制限を併用した低強度負荷 (20%1RM) 運動中の PCr および pH の変化は自然血流下の低強度負荷運動中の変化より有意に大きかったが、高強度負荷 (65%1RM) 運動中の変化より小さかった。30%1RM に血流制限を併用した運動中の変化は高強度負荷運動中の変化と同等であった。一方、血流制限に用いる圧を増加させても代謝に与える影響はなかった。我々の結果は血流制限運動中の代謝負荷は運動強度と関連していることを示唆している。高強度負荷運動と同等の効果を得るためには血流制限に30%1RM 以上の強度の負荷の併用が必要と考えられる。

緒 言

高齢者や慢性疾患患者における筋量や筋力は、予後の強力な予測因子である^{6,7,12,14}。近年、筋量や筋力の増加を目的とした筋力トレーニングは、健康の維持・増進や疾病からの体力回復を目的としたリハビリテーションに幅広く用いられている^{1,17}。実際、高齢者や慢性疾患患者を対象とした報告では、筋力トレーニングによって運動能力や生活の質が向上するだけでなく病態が改善することが示されている³。しかしながら、加齢や慢性疾患患者では運動能力・機能が低下しており、筋力および筋量の増加に有効である高強度のトレーニング負荷を用いた筋力トレーニングを実施することが困難な場合が多い。したがって、効果的な筋力トレーニングが行うことができない場合がある。このことから高齢者や慢性疾患患者においても安全かつ効果的な筋力トレーニングを行うことができる方法の確立が急務とされている。

最近、低強度負荷に血流制限 (blood flow restriction; BFR) を併用した筋力トレーニング法 (BFR トレーニング) が高強度負荷による筋力トレーニングに匹敵する効果を獲得できることが報告されている¹⁶。このようなトレーニング効果を導く主機序として、血流制限併用運動によって、

骨格筋への代謝的負荷が増加することに起因すると推察されている^{4,10,16)}。しかしながら、これまでにBFRトレーニング運動中の代謝的負荷を捉えた報告はない。さらに、BFRトレーニングの有効性を明らかにした複数の報告では、トレーニング運動に適用した負荷強度や血流制限に用いる圧などの運動プロトコルが一致していない。したがって、本研究は、BFRトレーニング運動中の代謝的負荷を測定し、筋力および筋量の増加に有効とされる高強度筋力トレーニング運動中の代謝的負荷と比較することにより、至適な負荷強度および血流制限圧を検討することを目的とした。さらに、男女に差がないかどうかを検討した。