

間欠的人工低酸素環境曝露を伴う 筋力トレーニング処方の開発

東 京 大 学 襦 屋 光 男

Development of Muscle Strength Training with Intermittent Exposure to Hypoxia

by

Mitsuo Neya

Graduate school of Arts and Sciences,

The University of Tokyo

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of low-load resistance training with intermittent exposure to hypoxia. Eight male subjects were participated in the low-load (20% 1RM) repetition (25 repetitions per set \times 6 sets for right and left legs = one session) knee extension training with the training machine under hypoxia (14.0 % of oxygen concentration) for 7 weeks (totally 22 sessions). Before and after the training intervention, cross-sectional area (CSA) and muscular strength were measured. The several physiological responses (oxygen consumption, pulse rate, arterial oxygen content and muscle oxygenation level using near-infrared spectroscopy) during the training exercise on the first and last training sessions were also measured. On these two sessions, growth hormone (GH), adrenaline, noradrenaline, testosterone and free-testosterone were measured before and after the training session. CSA and maximal knee extension torque did not change, therefore the training protocol utilized by this study was not sufficient to stimulate the muscle hypertrophy, but muscle endurance capacity was improved. The training with intermittent exposure to hypoxia did not accelerate the secretion of GH, testosterone and free-testosterone which have anabolic effect. The reduction of adrenaline and noradrenaline secretion implied the reduced dependence on

glucose metabolism. The improved responses of lowered pulse rate and increased arterial oxygen content during the exercise indicated the adaptation to exercise under hypoxia. The tendency to increase of oxygen consumption on the last session compared to the first session was seemed to be influenced by improved oxygen supply and the shift from the glucose metabolism.

要 旨

人工低酸素環境への間欠的な曝露を伴う低負荷の筋力トレーニングが筋肥大や筋力増大に与える効果を検討することを目的とした。成人男性8名を対象に7週間（合計22回）の人工低酸素環境下（酸素濃度14.0%）での膝伸展筋力トレーニングマシンによる低負荷（20%1RM）反復（1セット25回挙上×左右6セット）トレーニングを実施し、前後の筋断面積および発揮筋力を測定した。また、低酸素環境下でのトレーニングの初回と最終回に運動中の生理反応（酸素摂取量、脈拍、動脈血酸素飽和度、筋酸素化レベル）を測定し、運動前後の血中のホルモン動態（成長ホルモン、アドレナリン、ノルアドレナリンなど）を測定した。その結果、トレーニング期間の前後で筋断面積や最大随意筋力は変化しなかったが、筋持久力は向上した。また、継続的な間欠的低酸素曝露を伴う筋力トレーニングにより成長ホルモンの亢進は認められなかったが、アドレナリン、ノルアドレナリンの分泌の低下がみられ、糖質代謝依存が低減していることが示唆された。また、運動中の動脈血酸素飽和度および脈拍は増加し、低酸素環境への順化が認められた。

緒 言

中高齢者の日常生活における生活の質の向上や健康増進の観点から筋力の増大は近年注目を集めている。また、筋力の増大および筋の肥大は競技者にとってもパフォーマンスを左右する重要な因

子でもある。

筋の肥大およびそれに伴う筋力の増大は、一般的にはウェイトトレーニングなど筋量および筋力を合わせた物理的な負荷を過負荷の原則に基づいて増大させることにより獲得されてきた。

しかし、中高齢者や外傷を負った競技者にとっては物理的に過大な重量負荷を課してトレーニングを行うことは容易ではない。そこで近年、さまざまな方法で相対的なあるいは生理学的な負荷を増大させて筋力トレーニングを行うことにより、筋の肥大およびそれに伴う筋力の増大がはかられてきている。その中には、局所的な血流制限を伴うトレーニング^{6, 12, 13}) や張力維持によるトレーニング¹⁴) などがある。

一方で、高地環境は持久系の競技者を中心に、パフォーマンス向上のトレーニングの環境として長く利用されてきている。近年では自然環境だけではなく、人工常圧低酸素環境も比較的容易に設置することが出来るようになったことにより、この環境を用いた間欠的常圧低酸素環境曝露を利用し、最大下運動強度における運動パフォーマンスの改善などが報告^{7, 10}) されている。

しかし、人工常圧低酸素環境を利用したトレーニングに関する報告の多くは持久性運動に関するものであり、筋肥大や筋力の増大を主眼としたトレーニング方法の効果に関する検討は少ない。血流制限により筋力トレーニングを行う場合、作動筋が局所的に低酸素状態となるが、この方法でタンパク同化ホルモンの分泌の亢進や筋肥大が報告^{8, 11, 12}) されている。